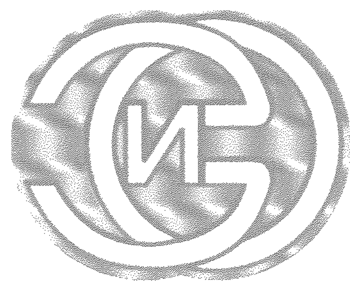
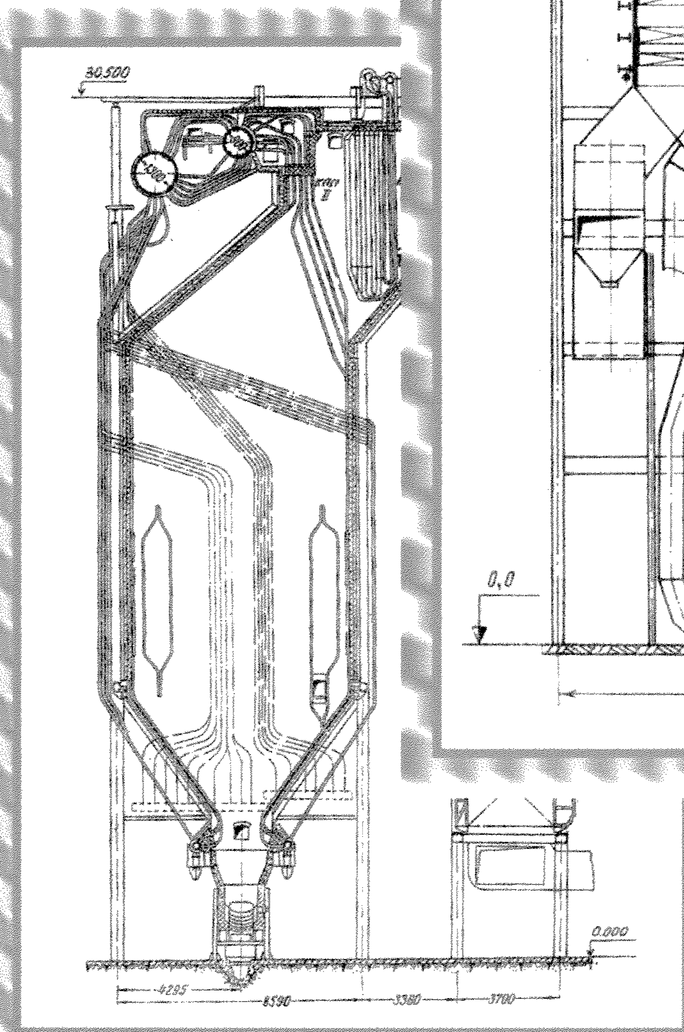
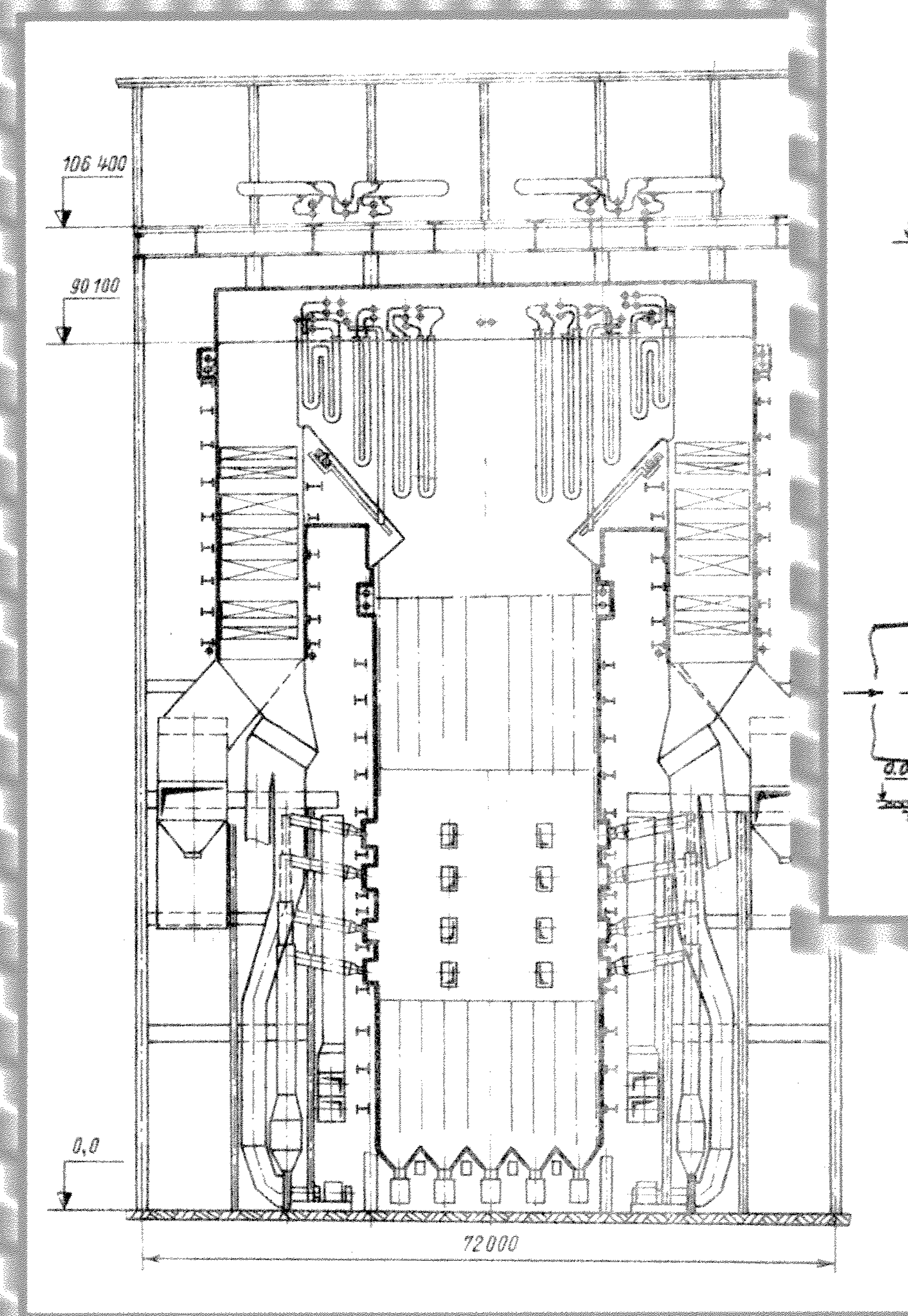
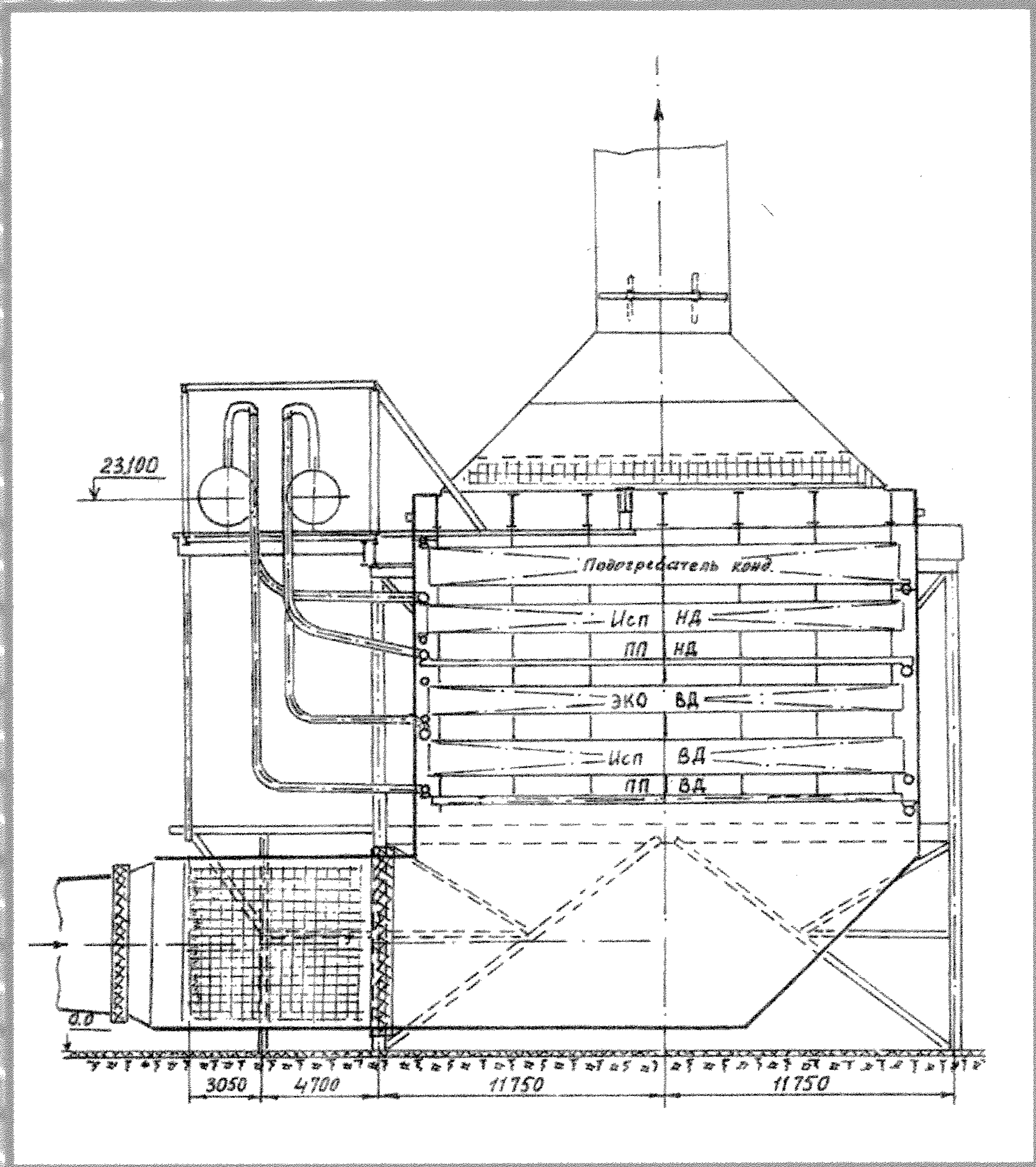
VISIT…

LANZAROTE Caliente.com









КАТАЛОГ-СПРАВОЧНИК

ПОДОЛЬСКОГО МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ЗАВОДА

КОТЛЫ ПОДОЛЬСКОГО МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ЗАВОДА, РАБОТАЮЩИЕ НА ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯХ РОССИИ И ЗА РУБЕЖОМ

СОДЕРЖАНИЕ

			стр.
1.	Котел типа ПК-9	D = 150 т/ч	2
2.	Котел типа ПК-10	D = 220 т/ч	4
3.	Котел типа ПК-14	D = 220 т/ч	6
4.	Котел типа ПК-19	D = 120 т/ч	8
5.	Котел типа ПК-20	D = 120 т/ч	10
6.	Котел типа ПК-24	D = 270 т/ч	12
7.	Котел типа ПК-33	D = 640 т/ч	14
8.	Котел типа ПК-38	D = 270 т/ч	16
9.	Котел типа ПК-39	D = 950 т/ч	18
10.	Котел типа ПК-40	D = 640 т/ч	20
11.	Котел типа ПК-41	D = 950 т/ч	22
12.	Котел типа ПК-47	D = 640 т/ч	24
13.	Котел типа ПК-49	D = 1600 т/ч	26
14.	Котел типа П-50	D = 950 т/ч	28
15.	Котел типа П-52	D = 660 т/ч	30
16.	Котел типа П-55	D = 660 т/ч	32
17.	Котел типа П-56	D = 670 т/ч	34

			стр.
18.	Котел типа П-57	D = 1650 т/ч	36
19.	Котел типа П-59	D = 990 т/ч	38
20.	Котел типа П-60	D = 670 т/ч	40
21.	Котел типа П-62	D = 670 т/ч	42
22.	Котел типа П-64	D = 990 т/ч	44
23.	Котел типа П-65	D = 660 т/ч	46
24.	Котел типа П-67	D = 2650 т/ч	48
25.	Котел типа П-74	D = 1000 т/ч	50
26.	Котел типа П-76	D = 1650 т/ч	52
27.	Котел типа П-78	D = 1650 т/ч	54
28.	Котел-утилизатор П-86	D = 72 т/ч	56
29.	Котел-утилизатор П-87	D_1/D_2 = 502/159 т/ч	58
30.	Котел-утилизатор П-90	D_1/D_2 = 242/56 т/ч	60
31.	Котел-утилизатор П-91	D = 314 т/ч	62
32.	Котел-утилизатор П-92	D = 42 т/ч	64
33.	Котел П-95	D=160 т/ч	66
34.	Котел ОР-210М	D=210 т/ч	68

КОТЕЛ ПАРОВОЙ ПК-9

Паровой котел типа ПК-9-150 предназначен для выработки перегретого пара среднего давления, подаваемого в общестанционную магистраль и рассчитан на сжигание куучекинского каменного угля с теплотой сгорания 3845 ккал/кг.

Котел однобарабанный, с естественной циркуляцией, устанавливается в закрытом помещении котельной.

Котел имеет П-образную компоновку, опирается на собственный каркас и состоит из топочной камеры и конвективной шахты, соединенных между собой поворотным газоходом, в котором расположен конвективный пароперегреватель. В опускном газоходе по ходу газов размещены водяной экономайзер и трубчатый трехходовой воздухоподогреватель, выполненные в "рассечку" таким образом, что выходной пакет ТВП (третий ход) находится между двумя ступенями ВЭ.

Топочная камера оборудована восемью прямоточными щелевыми горелками, установленными тангенциально, в два яруса. Кроме того, для организации трехступенчатого сжигания о целью снижения выбросов окислов азота предусмотрена установка 4-х сопел вторичного воздуха и 4-х сопел третичного воздуха.

Подогрев холодного воздуха осуществляется сначала в калориферах, а затем в трехходовом трубчатом воздухоподогревателе.

Шлакоудаление сухое механизированное с помощью двух шнековых шлакоудалителей.

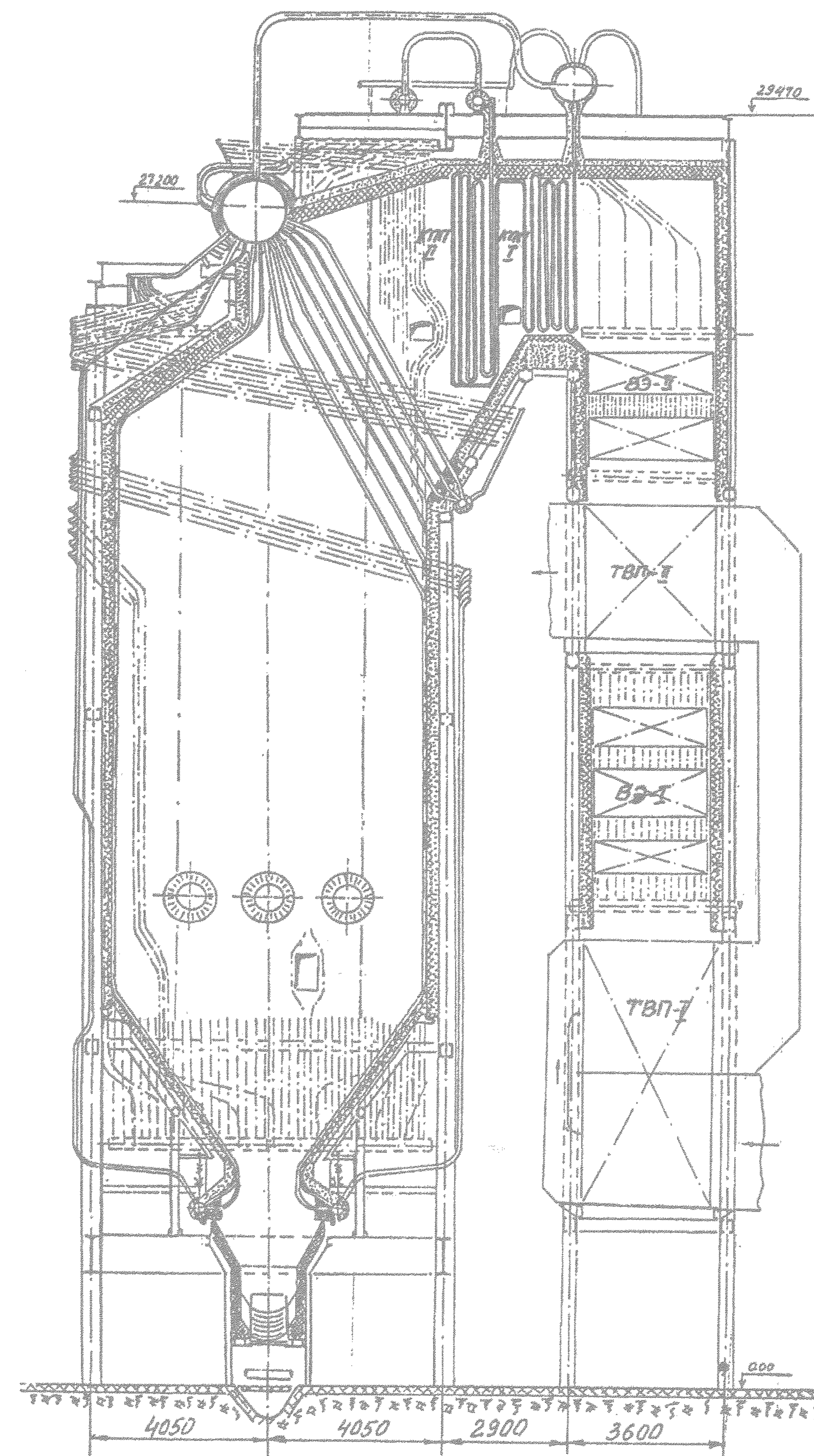
Очистка экранов топочной камеры от возможных золошлаковых отложений осуществляется с помощью маловыдвижных паровых обдувочных аппаратов.

Растопка котла и его работа с нагрузкой до 30% осуществляется с помощью 6 мазутных форсунок производительностью 700 кг/ч. Растопочным топливом является мазут.

Основные характеристики котла и вспомогательного оборудования, а также данные по выпуску котлов и методам установки приведены в таблицах.

Выпуск котлов и объекты их установки

Год выпуска	Кол-во (штук)	Электростанция (страна)	Станц. № котла	Год пуска
1948	1	ТЭЦ ЗиЛ	4	
1950	1	Орская ТЭЦ	4	
1951	1	Красногорская ТЭЦ	13	
1949	2	Березниковская ТЭЦ	4	
			5	
1947	2	Норильская ТЭЦ	4	
			5	
1948	1	Норильская ТЭЦ	6	
1951	2	Норильская ТЭЦ	7	
			8	
1953	2	Норильская ТЭЦ	9	
			10	
1955	1	Норильская ТЭЦ	11	



Котел Еп-150-35-410 (ПК-9)
Продольный разрез

Основные характеристики котла

Наименование	Единица измерения	Значение
Паропроизводительность котла	т/ч	150
Параметры пара за котлом давление температура	 кгс/см² °С	 35 425
КПД расчетный	%	92,61
Температура уходящих газов	°С	85
Топливо: куучекинский уголь		
Характеристики топлива: теплота сгорания низшая, Q_H^p зольность, A^p влажность, W^p содержание серы, S^p	 ккал/кг % % %	 3645 44,4 7,2 0,6
Расход топлива	т/ч	26,6
Температура воздуха в воздухоподогревателе: на выходе из ТВП-1 на выходе из ТВП-2	 °С °С	 182 273
Температура газов в воздухоподогревателе: на выходе из ТВП-1 на входе в ТВП-2	 °С °С	 125 346
Габариты котла по осям колонн: ширина глубина высота по верхней балке	м	 10,8 14,3 29,6
Полный назначенный срок службы	лет	30

Основное и комплектующее оборудование

Наименование	Тип	Изготовитель	Кол-во
Горелки	щелевые, прямоточные	ЗиО	8
Воздухоподогреватель	ТВП (3 ступени)	ЗиО	-
Мельницы	ШБМ 287/410 18 т/ч	СЗТМ	2
Питатели сырого угля	ПС 700/1500 18 т/ч	СЗТМ	2
Питатели пыли	ППЛ-5 (14-7 т/ч) ППЛ-3,5 (8,4-2,0 т/ч)	-	8 2
Тягодутьевое оборудование: дымососы дутьевые вентиляторы вентиляторы горячего дутья дымосос рециркуляции мельничный вентилятор	 ДН-24 ВДН-18 - - ВМ-18А	 БКЗ БКЗ - - -	 2 2 - - 2
Оборудование очистки поверхностей нагрева: экрана пароперегревателя конвективной шахты воздухоподогревателя	 - - - -	 - - - -	 - - - -
Шлакоудалитель	ШШУ-7	ЗиО	2

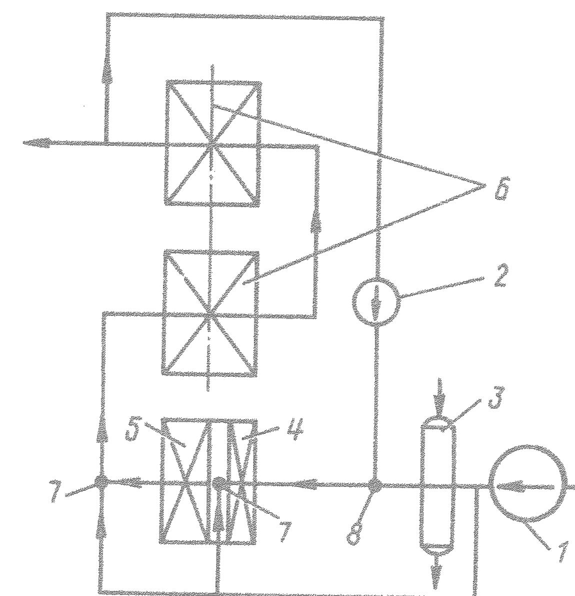
КАСКАДНЫЕ ТРУБЧАТЫЕ ВОЗДУХОПОДОГРЕВАТЕЛИ (КТВП)



Каскадные трубчатые воздухоподогреватели (КТВП), разработанные Подольским машиностроительным заводом поддерживают температуру металла трубчатых воздухоподогревателей выше точки росы, что исключает возможность коррозии и загрязнений при сжигании в котлах высокосернистых топлив.

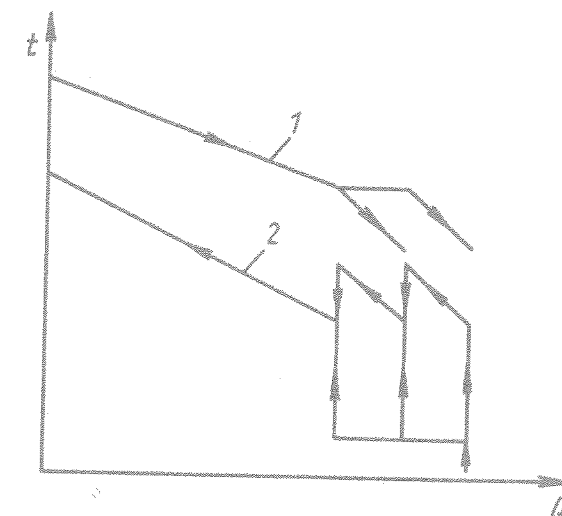
Первые модификации КТВП успешно работают на лигнитах, подмосковном угле и сернистом мазуте. Разработаны новые модификации КТВП, позволяющие при прочих равных условиях повысить экономичность блока примерно на 0,5% за счет усиления парового подогрева воздуха.

Рекомендуются для котельных агрегатов, оснащенных трубчатыми воздухоподогревателями, при сжигании сернистых топлив.



Принципиальная схема каскадного трубчатого воздухоподгревателя:

1 - дутьевой вентилятор;
2 - рециркуляционный вентилятор;
3 - калорифер;
4 - первая ступень каскадной части;
5 - вторая ступень каскадной



Изменение температуры газов и воздуха в КТВП:

1 - дымовые газы;
2 - воздух.

КОТЕЛ ПАРОВОЙ ПК-10

Барабанный котельный агрегат типа ПК-10 имеет производительность 230 т/час при давлении 100 ата и конечной температуре пара 510°С. Агрегат рассчитан на сжигание каменных и тощих углей в пылевидном состоянии.

Котел ПК-10 является одним из первых в Союзе агрегатов высокого давления.

На котле типа ПК-10 были впервые установлены угловые поворотные горелки, позволяющие оперативно влиять на положение факела в топке и топочный процесс, в определенной мере воздействуя на перегрев пара.

Котельный агрегат снабжен пароперегревателем, выполненным по оригинальной заводской схеме и имеющим высокую эксплуатационную надежность.

Пароперегреватель разделен на 3 ступени по паровому тракту, причем после каждой ступени происходит перемешивание пара, а между первой и второй ступенями происходит переброска пара из змеевиков, расположенных в одной половине газохода в змеевики, расположенные в другой половине газохода, сглаживающая разверку по змеевикам.

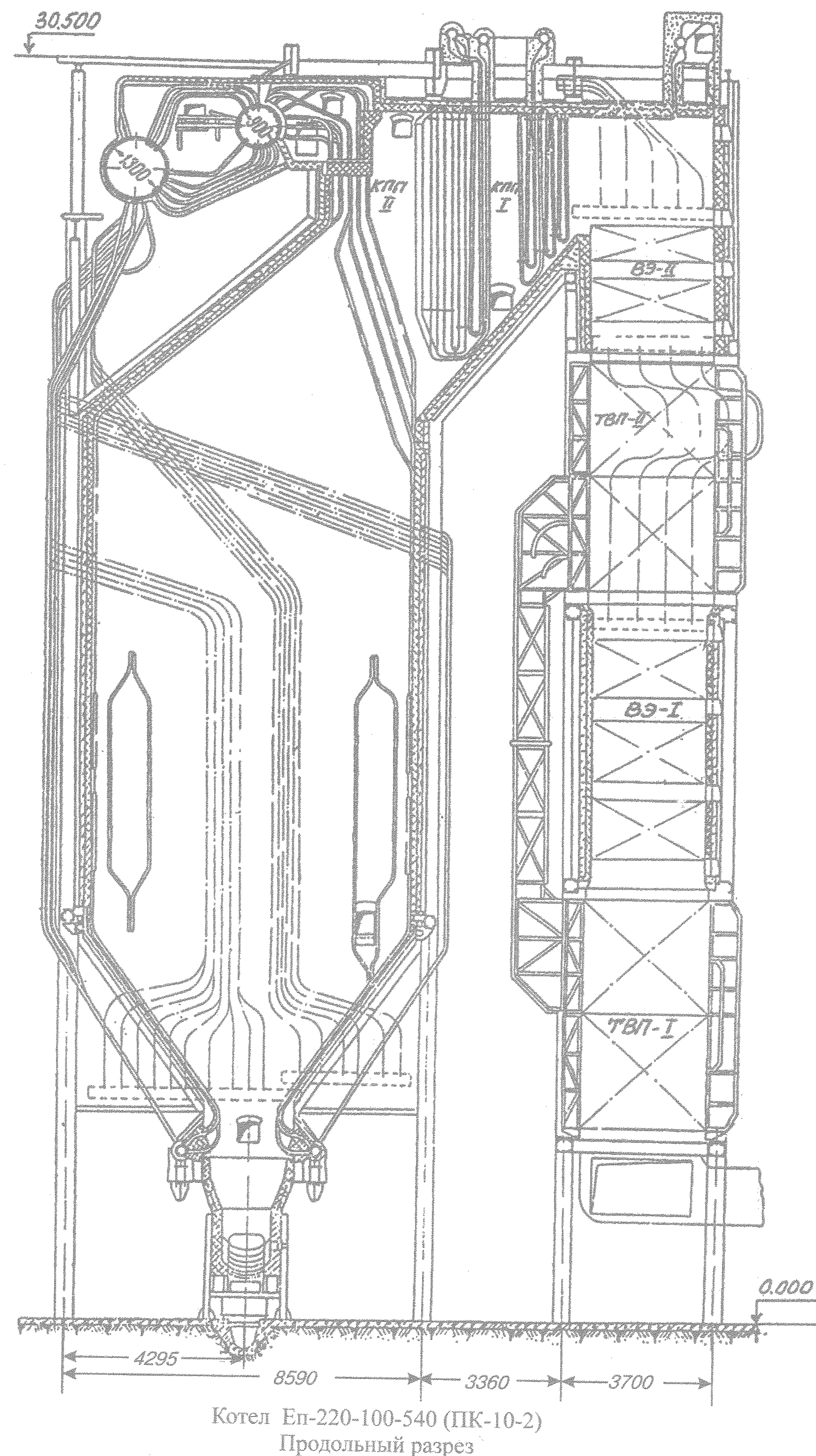
Третья ступень расположена в средней части газохода, где разверка по температурам газов минимальная.

Система испарения на котле двухступенчатая, соленые отсеки расположены в торцах барабана. Котел снабжен устройством для промывки пара поступающей в барабан питательной водой.

Котел имеет однониточную схему питания и сниженный узел питания, расположенный на отметке обслуживания.

Котельный агрегат типа ПК-10-2, имеющий производительность 220 т/час при давлении 100 ата и конечной температуре пара 540°С, отличается от котлоагрегата типа ПК-10 только увеличенной поверхностью нагрева пароперегревателя, позволяющей повысить температуру перегрева пара с 510°С до 540°С и наличием, в дополнение к поверхностному пароохладителю, впрыскивающего регулятора перегрева, расположенного перед последней ступенью пароперегревателя.

Основные характеристики котла, а также данные по выпуску и объектам установки приведены в таблицах.



Котел Еп-220-100-540 (ПК-10-2)
Продольный разрез

Основные характеристики котла

№№ п/п	Наименование показателя, размерность	Величина
1	Производительность, т/ч	230
2	Давление на выходе, кг/см²	100
3	Температура перегрева, ⁰С	510
4	Топливо	каменные угли
5	Теплотворная способность, ккал/кг	6530
6	Расход топлива, т/ч	23
7	Температура питательной воды, ⁰С	215
8	Температура уходящих газов, ⁰С	159
9	КПД брутто, %	89,7
10	Температура газов на выходе из топки, ⁰С	1197
11	Температура горячего воздуха, ⁰С	374
12	Сопротивление воздушного тракта, мм вод. ст.	138
13	Сопротивление газового тракта, мм вод. ст.	133
14	Габариты по осям колонн, м ширина глубина	 11,0 15,65
15	Высота, м	32,8
16	Общий вес металла, т	935
17	Вес металла под давлением, т	422
18	Удельная металлоемкость, т/(т/ч)	4,06
19	Расчетный срок службы, лет	30

Выпуск котлов ПК-10 и объекты их установки

№№ п/п	Наименование э/станции	Годы выпуска (станц. №)											
		1948	1949	1950	1951	1952	1953	1954	1955	1956	1957	1958	1959
1	Дубровская ГРЭС	5	1 3					6	9				
2	Южно-Кузбасская ГРЭС			1 2 3		4	5 6 7	8 9 10	11				
3	Красноярская ТЭЦ			4		5	6	7					
4	Южно-Уральская ГРЭС			1 2		3 4 5	6 7	8 9 10					
5	ТЭС «Явожно» (Польша)				1 2 3	4	5	6	7				
6	Фрунзенская ТЭЦ				6								
7	Новосибирская ТЭЦ				5		6						
8	Орская ТЭЦ					5	6			7	8		
9	ТЭС «Парошень» (Румыния)					1	2 3						
10	Иркутская ТЭЦ-1					12	13	14 15		16 17			18
11	Карагандинская ГРЭС						9	10	11				
12	ТЭС «Скавина» (Польша)								1	2			
13	Ново-Уфимская ТЭЦ-4								1 2	3 4	5		

Выпуск котлов ПК-10-2 и объекты их установки

№№ п/п	Наименование э/станции	Год выпуска (станц. №)												
		1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1978
1	Красноярская ТЭЦ	8	9 10	11 12	13	14					15	16		
2	Кировская ГРЭС		1 2		3	4 5	6	7 8 9	10					
3	Балхашская ТЭЦ			6 7				8 9						
4	Карагандинская ГРЭС-2			1			2 3	4 5	6 7 8	9 10	11	12 13 14	15	16
5	ТЭС «Юнлинин» (Китай)				1 2	3 4								
6	Березниковская ТЭЦ			6 7										
7	Северодвинская ТЭЦ		4						5	6		7	8 9	
8	Ново-Уфимская ТЭЦ-4											6 7		

КОТЕЛ ПАРОВОЙ ПК-14

Барабанный: котельный агрегат типа ПК-14 имеет производительность 230 т/час при давлении 100 ата и конечной температуре пара 510°С. Котлоагрегат имеет пылеприготовительную установку с 4-мя шахтными мельницами, расположенными на фронте котла.

Включив в производство котел ПК-14, завод, впервые в практике отечественного котлостроения, отказался от унификации котельного агрегата по всей гамме применяемых в Союзе энергетических топлив.

Конструкция котла специально приспособлена для сжигания низкосортных бурых углей и фрез торфа. Значительно повышена экономичность агрегата температура уходящих газов при сжигании богословского угля снижена на ПК-14 в сравнении с аналогичным котлом типа ПК-10 на 20°С, что соответствует повышению КПД котла на 1,3%.

Снижение скоростей в конвективной шахте повышает надежность экономайзерных поверхностей по износу и снижает расходы на собственные нужды станции.

1-й /по воздуху/ ход воздухоподогревателя выполнен с автономным опиранием и легко поддается замене, что облегчает ремонт поврежденного сернистой коррозией воздухоподогревателя.

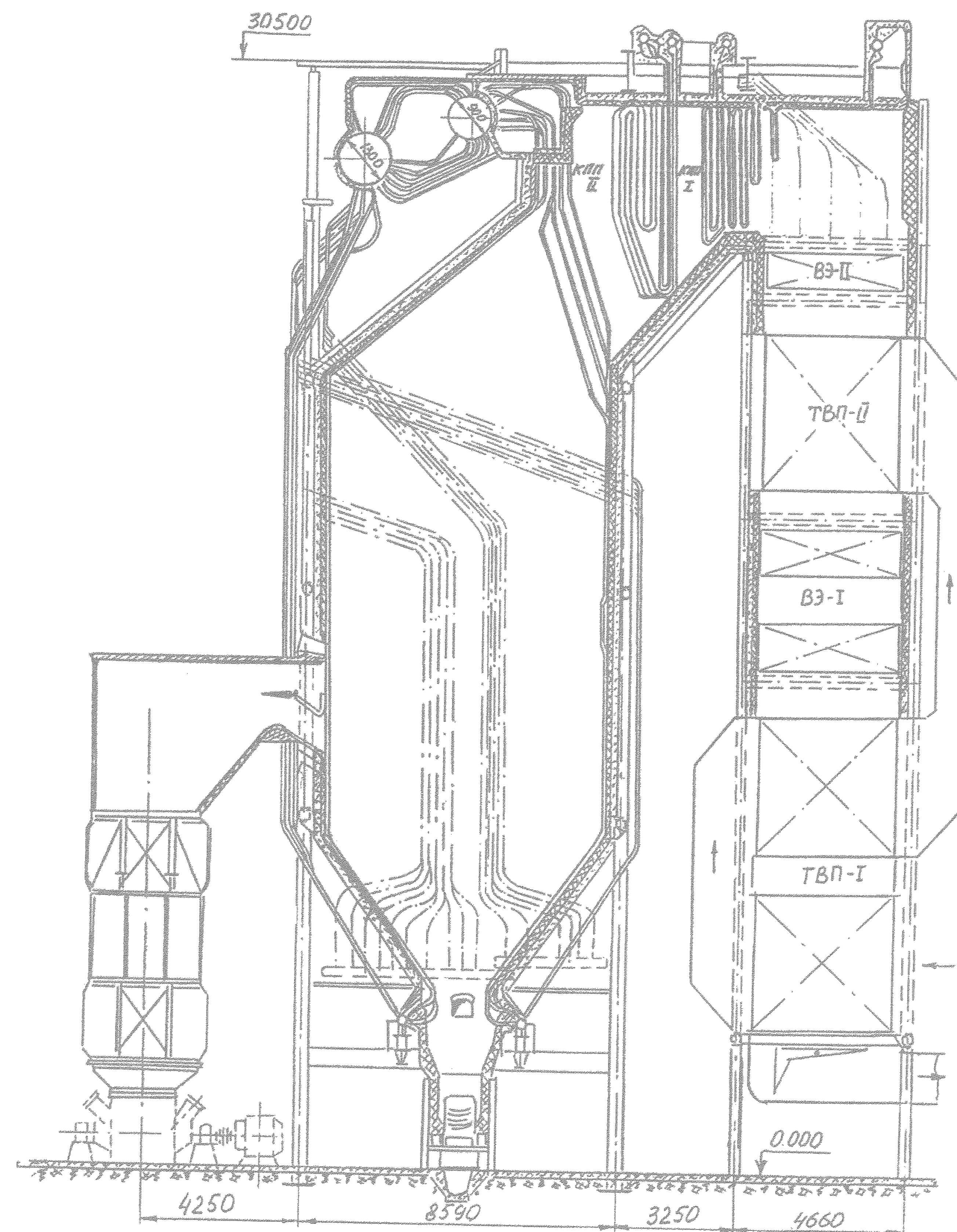
Все конвективные поверхности нагрева котлоагрегата выполнены из труб малого диаметра: трубы экономайзера имеют диаметр 32 мм, трубы воздухоподогревателя - 40 мм.

Котел имеет однониточную схему питания и сниженный узел питания. Пароперегреватель котла выполнен по оригинальной заводской схеме, хорошо зарекомендовавшей себя в эксплуатации (см.ПК-10).

Схема испарения на котле двухступенчатая. Направляемый в перегреватель пар промывается питательной водой, поступающей в барабан.

Котельный агрегат типа ПК-14-2, имеющий производительность 220 т/час при давлении 100 ата и конечной температуре пара 540°С, отличается от котлоагрегата ПК-14 только увеличенной поверхностью нагрева пароперегревателя, позволяющей повысить температуру перегрева с 510°С до 540°С.

Основные характеристики котла, а также данные по выпуску и объектам установки приведены в таблицах.



Котел Еп-220-100-540 (ПК-14-2)
Продольный разрез

Основные характеристики котла

№№ п/п	Наименование показателя, размерность	Величина
1	Производительность, т/ч	230
2	Давление на выходе, кг/см^2	100
3	Температура перегрева, ^{0}С	510
4	Топливо	Бурые угли
5	Теплотворная способность, ккал/кг	2300
6	Расход топлива, т/ч	60
7	Температура питательной воды, ^{0}С	215
8	Температура уходящих газов, ^{0}С	160
9	КПД брутто, %	88,6
10	Температура газов на выходе из топки, ^{0}С	1110
11	Температура горячего воздуха, ^{0}С	390
12	Сопротивление воздушного тракта, мм вод. ст.	142
13	Сопротивление газового тракта, мм вод. ст.	207
14	Габариты по осям колонн, м ширина глубина	 11,0 16,96
15	Высота, м	31,7
16	Общий вес металла, т	1003
17	Вес металла под давлением, т	369
18	Удельная металлоемкость, т/(т/ч)	4,36
19	Расчетный срок службы, лет	30

Выпуск котлов ПК-14 и объекты их установки

№№ п/п	Наименование э/станции	Год выпуска (станц. №)									
		1953	1954	1955	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962
1	Нижне-Туринская ГРЭС	8,9, 10	11, 12								
2	Серовская ГРЭС	1,2	3	4,5,6	7,8,9	10		11			12
3	Верхне-Тагильская ГРЭС		1,2,3	4,5,6	7,8,9	10, 11, 12	13				
4	Аргаяшская ТЭЦ			5,6	7,8						
5	ТЭЦ ЧМЗ			7							
6	Южно-Уральская ГРЭС			11	12, 13						
7	Ново-Рязанская ТЭЦ				1	2					

Выпуск котлов ПК-14-2 и объекты их установки

№№ п/п	Наименование э/станции	Год выпуска (станц. №)															
		1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1972	1973	1974	1986
1	Кирово-Чепецкая ГРЭС	9 10				11											
2	Василевичская ГРЭС	1 2	3		4 5												
3	Ярославская ТЭЦ		9														
4	Троицкая ГРЭС		1	2 3	4 5	6							12				
5	Дорогобужская ГРЭС		5														
6	ТЭЦ Фу-Синь (Китай)			10 11 12 13	14 15												
7	ТЭЦ Нижне-Тагильского МЗ					7							8				
8	ТЭЦ Ново-Тульского МЗ					5	6				7						
9	ТЭЦ Челябинского МЗ					8				9		10					
10	ТЭЦ Ждановского МЗ						1 2										16
11	ТЭЦ Криворожского МЗ						1 2						3	4	5	6 7 8	
12	ТЭЦ Магнитогорского МЗ						5		6								
13	ТЭЦ п/я 285							9, 10									
14	ТЭЦ Уралвагонзавода							7									

КОТЕЛ ПАРОВОЙ ПК-19

Барабанный котельный агрегат типа ПК-19 имеет производительность 120 тонн пара в час при давлении 100 ата и конечной температуре пара 510°С.

Котел рассчитан на сжигание каменных углей и антрацитов в пылевидном состоянии и различных газообразных топлив. Вид топлива определяет величину поверхности нагрева пароперегревателя, тип потолочных устройств и величину площади зашипованных экранов.

В конструкции агрегата ПК-19, впервые в Союзе для промышленного котла высокого давления был принят ряд новых решений:

I. Однобарабанная схема котла, значительно упрощающая и облегчающая конструкцию. В котле применена трехступенчатая схема испарения с вынесенной из барабана третьей ступенью.

В сочетании с промывкой пара, поступающей в барабан водой, эта схема позволяет получать высококачественный пар при питании котла водой с высоким солесодержанием до 100 мг/л при продувке около *2%.*

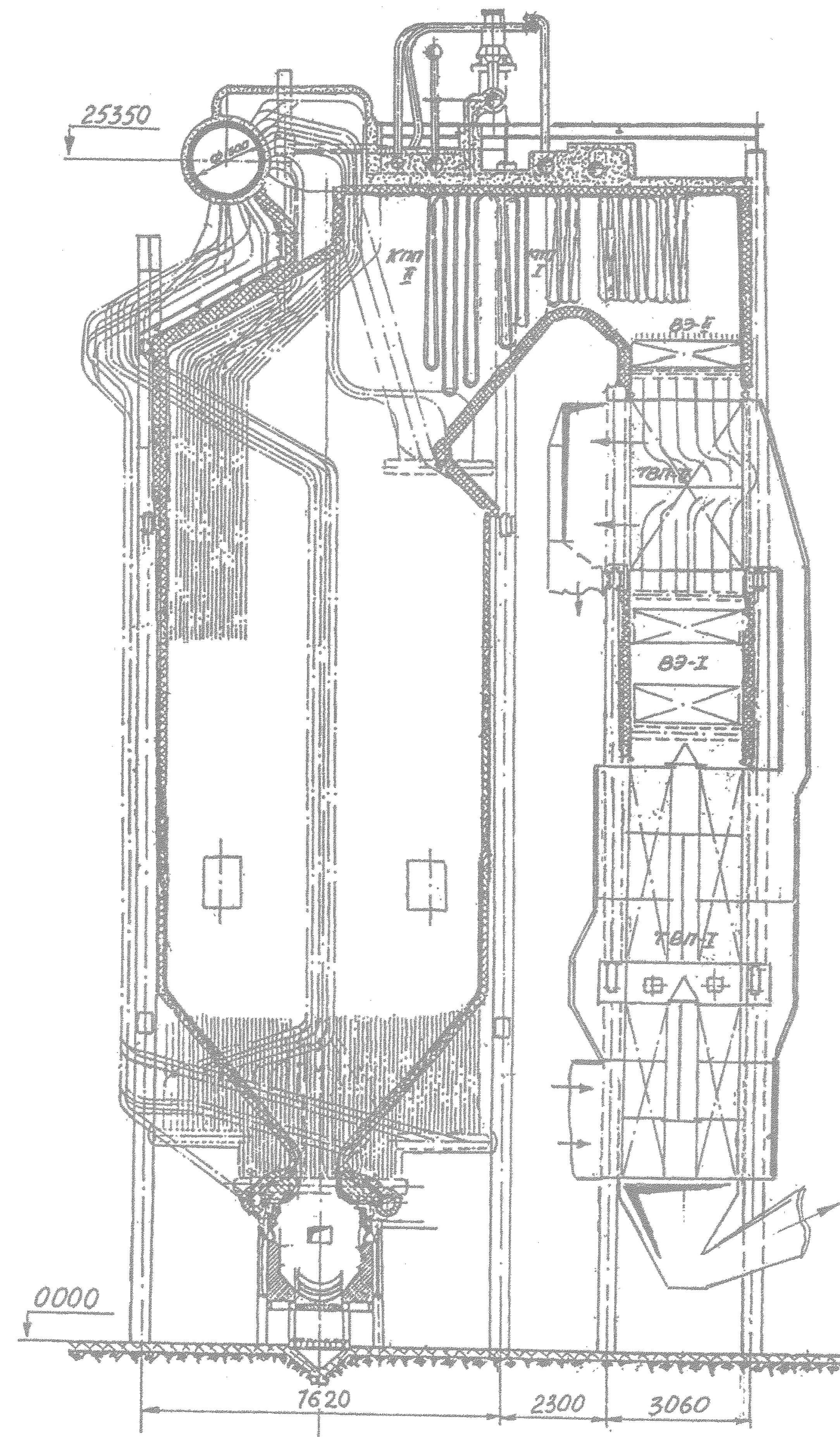
Топочная камера ниже отметки 17,75 представляет собой "глухую, подвесную корзину" с облегченной обмуровкой, закрепленной на трубах экрана. Сочленение топочной камеры с шлаковой шахтой осуществляется с помощью песочного затвора.

Пароперегреватель агрегата выполнен по обычной для серийных барабанных котлов ЗиО схеме, обеспечивающей высокую надежность перегревателя в эксплуатации (см.котлы типа ПК-10 и ПК-14).

Котел снабжен развитыми конвективными поверхностями нагрева, позволяющими иметь низкую температуру уходящих газов / 130°С на АШ/. Котел имеет однониточную схему питания.

Котельный агрегат типа ПК-19-2, имеющий производительность 110 т/час при давлении 100 ата и конечной температуре пара 540°С, отличается от котлоагрегата типа ПК-19 только увеличенной поверхностью нагрева пароперегревателя, позволяющей повысить температуру перегрева пара с 510°С до 540°С.

Основные характеристики котлов и данные об их выпуске приведены в таблицах.



Котел Еп-110-100-540 (ПК-19-2)
Продольный разрез

Основные характеристики котла

№№ п/п	Наименование показателя, размерность	Величина
1	Производительность, т/ч	120
2	Давление на выходе, кг/см^2	101
3	Температура перегрева, ^{0}C	510
4	Топливо	Каменные угли, газ, АШ
5	Теплотворная способность, ккал/кг	5660
6	Расход топлива, т/ч	14
7	Температура питательной воды, ^{0}C	215
8	Температура уходящих газов, ^{0}C	131
9	КПД брутто, %	89,83
10	Температура газов на выходе из топки, ^{0}C	1139
11	Температура горячего воздуха, ^{0}C	353
12	Сопротивление воздушного тракта, мм вод. ст.	90
13	Сопротивление газового тракта, мм вод. ст.	145
14	Габариты по осям колонн, м ширина глубина	 8,1 13,0
15	Высота, м	28,6
16	Общий вес металла, т	613
17	Вес металла под давлением, т	270
18	Удельная металлоемкость, т/(т/ч)	5,11
19	Расчетный срок службы, лет	30

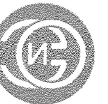
Выпуск котлов ПК-19 и объекты их установки

№№ п/п	Наименование э/станции	Годы выпуска (станц. №)								
		1954	1955	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962
1	Краснодарская ГРЭС	1,2,3								
2	Добротворская ГРЭС	1	2	3						
3	Курская ТЭЦ	1	2,3							
4	Саранская ТЭЦ			1	2	3			4	
5	ПВС з-да им. Петровского					8	9			

Выпуск котлов ПК-19-2 и объекты их установки

№№ п/п	Наименование э/станции	Годы выпуска (станц. №)										
		1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968
1	Ленинградская ТЭЦ	4,5										
2	Черкасская ТЭЦ		1	2	3	4						
3	Рубежанская ТЭЦ			3	4							
4	Марыйская ТЭЦ			5	6							
5	ТЭЦ Пикалевского з-да				5	6						7

УСТАНОВКА ИЗБЫТОЧНОГО ВОЗДУХА



Установка избыточного воздуха служит для глубокого охлаждения уходящих газов при наличии потребителя тепла.

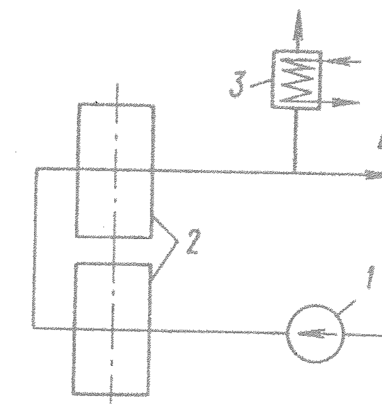
Установка не требует увеличения котельных поверхностей нагрева, работающих на уходящих газах. Теплообменники избыточного воздуха изготавливаются из оребренных труб.

Тепло уходящих газов передается избыточным воздухом, проходящим через воздухоподогреватель, и отдается в теплообменниках воде или другим теплоносителям. Газы могут быть охлаждены на 20 - 30° С и более; при испытаниях на одной из электростанций их охлаждали на 40 - 50°С до 100°С. Количество отдаваемого потребителям тепла составляет примерно 2,5 - 3 Гкал/час при 10 С охлаждения уходящих газов на каждые 100 МВт мощности блока.

Установка избыточного воздуха позволяет получить за счет уходящих газов дополнительное тепло от энергоблока без снижения его мощности, либо заменить отборы пара на бойлеры с выработкой блоком дополнительной мощности без увеличения удельных расходов топлива. Вода в установках может быть нагрета до 150°С и выше. При необходимости можно получать и пар. Кроме того, при глубоком охлаждении уходящих газов в котлах, сжигающих малосернистые угли, повышается КПД электрофильтров.

Кроме поставки оборудования может быть передан также опыт проектирования и расчетов установок.

Установки рекомендуются для всех станций, имеющих тепловых потребителей или желающих наиболее дешевым способом увеличить выработку тепла.



Установка избыточного воздуха:
1 - дутьевый вентилятор;
2 - воздухоподогреватель;
3 - теплообменник избыточного воздуха;
4 - к горелкам котла.

КОТЕЛ ПАРОВОЙ - ПК-20

Барабанный котельный агрегат типа ПК-20 имеет производительность 120 т/час при давлении 100 ата и конечной температуре пара 510°С. Котел рассчитан на сжигание влажных бурых углей и фрезторфа.

Котел оборудуется пылеприготовительной установкой с 3-мя шахтными мельницами, расположенными на фронте котла. Котлоагрегат типа ПК-20 является специально приспособленным для сжигания низкосортных высоко-влажных топлив.

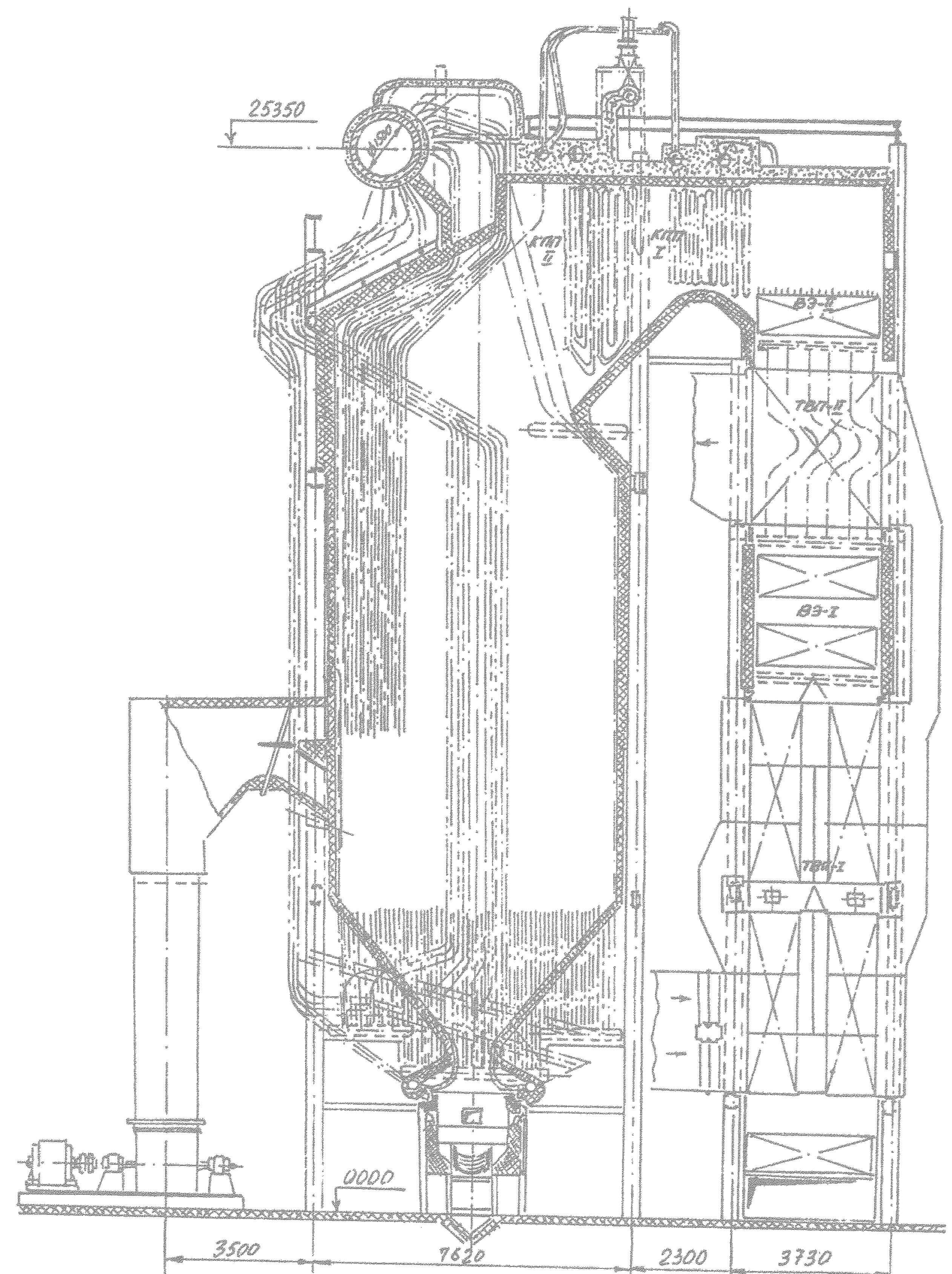
Значительное снижение скоростей газов в конвективной шахте увеличивает срок службы экономайзера, уменьшая его износ.

Сильно развитые конвективные поверхности позволяют иметь на низкосортных топливах значительно меньшую температуру уходящих газов, чем на котлах, специально предназначенных для низкосортных топлив.

Схема испарения котла трехступенчатая, имеется устройство для промывки пара. Схема питания однониточная, узел питания снижен на отметку обслуживания. Все конвективные поверхности нагрева агрегата выполнены из труб малого диаметра. Пароперегреватель котла принципиально ничем не отличается от обычно устанавливаемых на серийных барабанных котлах ЗиО типа ПК-10, ПК-14, ПК-19.

Котельный агрегат типа ПК-20-2, имеющий производительность 110 т/час при давлении 100 ата и конечной температуре пара 540°с, отличается от котлоагрегата типа ПК-20 только увеличенной поверхностью нагрева пароперегревателя, позволяющей повысить температуру перегрева пара с 510°С и наличием, в дополнение к поверхностному пароохладителю, впрыскивающего регулятора перегрева, расположенного перед последней ступенью пароперегревателя.

Основные характеристики котлов и данные об их выпуске и объектах установки приведены в таблицах.



Котел Еп-110-100-540 (ПК-20-2)
Продольный разрез

Основные характеристики котла

№№ п/п	Наименование показателя, размерность	Величина
1	Производительность, т/ч	120
2	Давление на выходе, кг/см²	101
3	Температура перегрева, °С	510
4	Топливо	Каменные влажные угли
5	Теплотворная способность, ккал/кг	2300
6	Расход топлива, т/ч	35,2
7	Температура питательной воды, °С	215
8	Температура уходящих газов, °С	150
9	КПД брутто, %	87,8
10	Температура газов на выходе из топки, °С	1032
11	Температура горячего воздуха, °С	376
12	Сопротивление воздушного тракта, мм вод. ст.	145
13	Сопротивление газового тракта, мм вод. ст.	151
14	Габариты по осям колонн, м ширина глубина	 8,1 13,65
15	Высота, м	28,6
16	Общий вес металла, т	698
17	Вес металла под давлением, т	273
18	Удельная металлоемкость, т/(т/ч)	5,81
19	Расчетный срок службы, лет	30

Выпуск котлов ПК-20 и объекты их установки

№№	Наименование э/станции	Годы выпуска				
		1955	1956	1957	1958	1959
1	Дорогобужская ГРЭС	1	2	3	4	
2	Смолевичская ГРЭС		6	7	8	

Выпуск котлов ПК-20-2 и объекты их установки

№ п/п	Наименование э/станции	Годы выпуска (станц. №)												
		1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1973	1979	1981	1983
1	Ярославская ТЭЦ	10				11								
2	ТЭЦ Зап.-Сиб. мет. завода				1 2			3	4	5	6			7
3	ТЭЦ Кзыл-Ордынск. БЦК				1 2			3	4	5				
4	Котовская ТЭЦ				1		2	3						
5	ТЭС Уонг-Би (Вьетнам)							5 6						
6	ТЭЦ Краматорского МЗ										6 7			
7	ТЭЦ Днепропетровск. МЗ												10 11	

СПОСОБ СНИЖЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ГАЗОВ НА ВЫХОДЕ ИЗ ТОПКИ

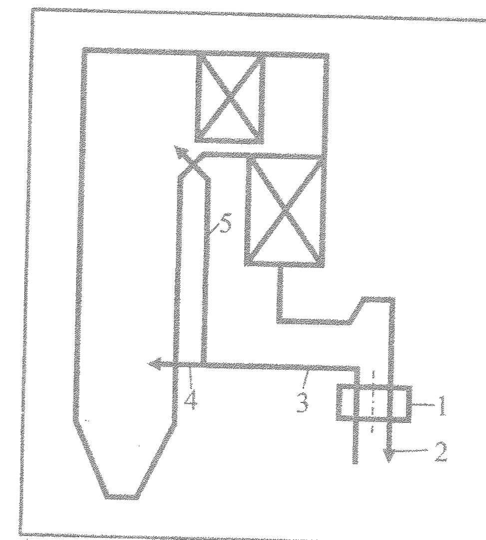
Способ снижения температуры газов на выходе из топки служит для предотвращения шлакования поверхностей нагрева на выходе из топки, либо для повышения мощности котла, если она ограничивается шлакованием поверхностей нагрева на выходе из топки.

Суть способа заключается в том, что на выход из топки подается избыточный воздух, который смешивается с топочными газами, охлаждая их подобно рециркулирующим газам. Температура уходящих газов сохраняется при этом неизменной.

Данный способ, хотя и несколько менее экономичен, чем обычная газовая рециркуляция, однако он предельно прост, высоконадежен, не требует дополнительных габаритов и дополнительного оборудования.

Эффективность способа проверена при эксплуатации котлоагрегата, работающего на назаровских углях, где удалось снизить температуру на выходе из топки на 100°С.

Способ рекомендуется для электростанций, на которых из-за шлакования ограничивается нагрузка котла.



Принципиальная схема установки снижения температуры газов на выходе из топки:

1 - воздухоподогреватель;
2 - уходящие дымовые газы;
3 - воздух от дутьевых вентиляторов;
4 - дутьевый воздух к горелкам котла;
5 - избыточный воздух для охлаждения газов на выходе из топки.

КОТЕЛ ПАРОВОЙ ПК-24

Паровой котел ПК-24 предназначен для работы на каменном угле в блоке два котла - турбина мощностью 150 (165) МВт.

Котел высокого давления, с промперегревом, прямоточный, П-образной компоновки, с уравновешенной тягой, с твердым шлакоудалением, осуществляемым двумя скребковыми транспортерами.

Устанавливается в здании. Топка котла оборудована восемью угловыми поворотными горелками, расположенными в два яруса по высоте.

Топочная камера экранирована трубами НПЧ, СРЧ, ВРЧ, ПЭ (потолочного экрана). Навивка труб горизонтальная с подъемом по двум стенкам.

В горизонтальном газоходе расположены ширмовые промперегреватели I и II ступени.

В конвективной шахте последовательно по ходу газов расположены:

- конвективный пароперегреватель высокого давления;
- переходная зона;
- водяной экономайзер II ст;
- ТВП II ст;
- водяной экономайзер I ст.;
- ТВП I ст.

Часть КПП высокого давления, а также часть второй ступени ширмового промперегревателя изготовлены из хромоникелевых аустенитных труб.

ТВП - двухпоточный, чвтырехходовой.

Регулирование температуря перегрева пара высокого давления а температуры перегрева промпара производится впрысками.

Система пылеприготовления - с промбункером и шаровыми барабанными мельницами.

Обмуровка котла кирпичная. Плотность газового тракта обеспечивается за счет наружной металлической обшивки.

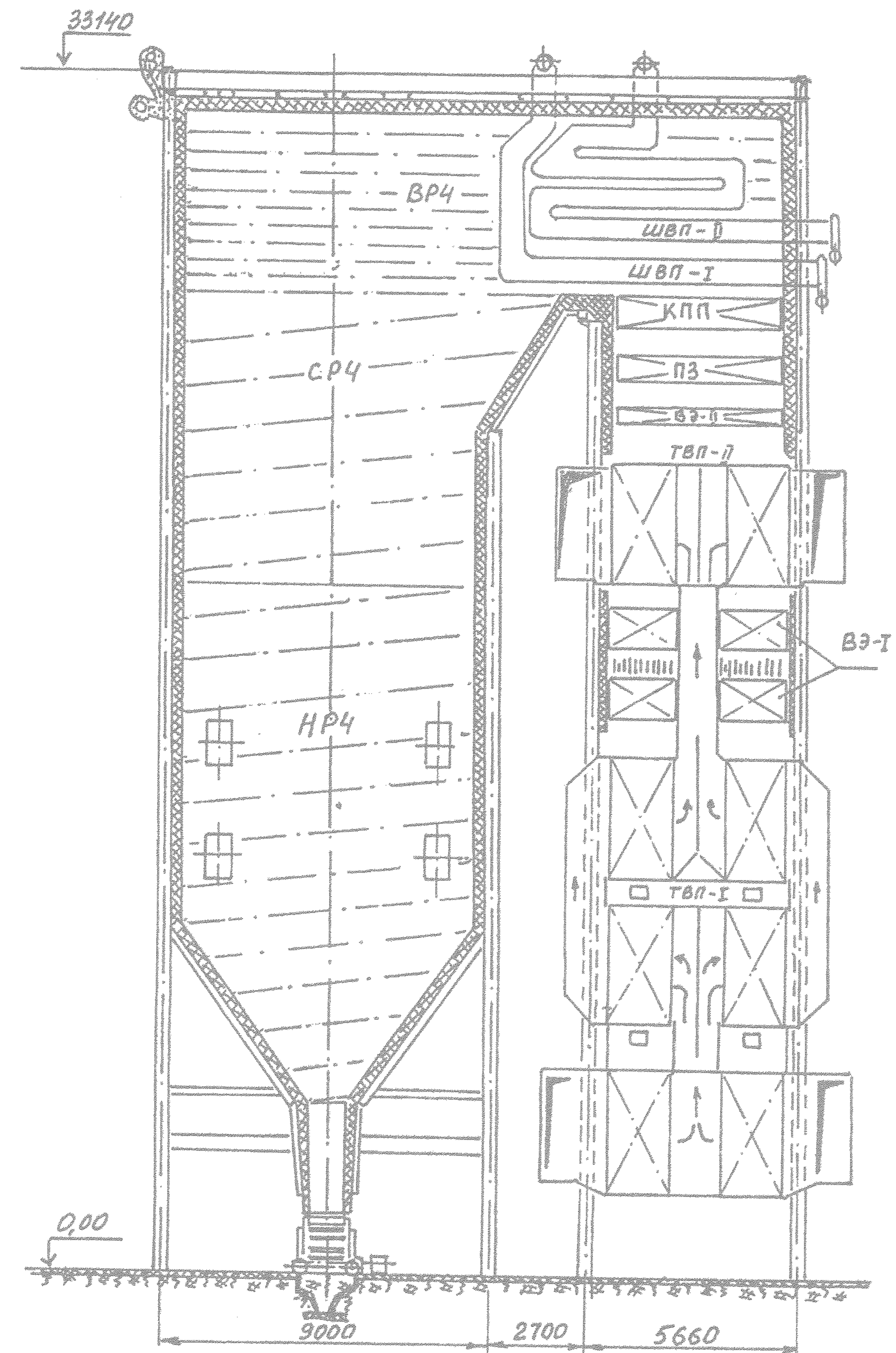
Очистка экранных поверхностей нагрева топки осуществляется приборами паровой обдувки.

Котел имеет растопочный узел, позволяющий производить пуск энергоблока на скользящих параметрах.

Основные характеристики котла и вспомогатального оборудования, а также время выпуска котлов приведены в таблицах.

Выпуск котлов и объекты их установки

Год выпуска	Кол-во (штук)	Электростанция (страна)	Станц. № котла	Год пуска
1958	2	ТЭЦ п/я 79	3,4	
1959	6	ТЭЦ п/я 79	5,6,7,8,9,10	
1960	2	ТЭЦ п/я 79	11,12	
1961	4	ТЭЦ п/я 79	13,14,15,16	



Котел Еп-270-140-570 (ПК-24)
Продольный разрез

Основные характеристики котла

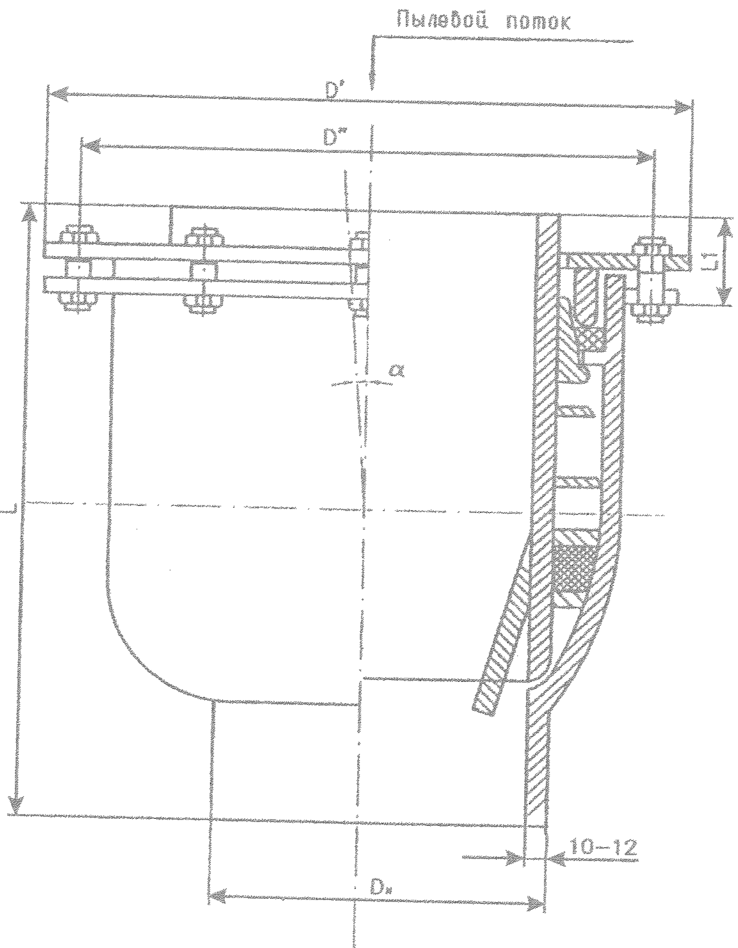
Наименование показателя	Единица измерения	Значение
Паропроизводительность: номинальная	т/ч	270
Параметры острого пара за котлом: давление температура	 кгс/см^2 ^{0}С	 140 570
Количество пара, проходящего при номинальной мощности через промперегреватель	т/ч	240
Параметры пара до промперегревателя: давление температура	 кгс/см^2 ^{0}С	 310 390
Параметры пара после промперегревателя: давление температура	 кгс/см^2 ^{0}С	 29,5 540
КПД (брутто) при номинальной нагрузке: расчетный гарантийный	%	 91,6 -
Температура уходящих газов	^{0}С	122
Температура питательной воды	^{0}С	-
Топливо: тип – отсевы черемховских углей		
Основные характеристики: теплота сгорания низшая, Q_H^P зольность, A^P влажность, W^P содержание серы, S^P	 ккал/кг % % %	 3800 - - -
Расход топлива натурального	т/ч	53,2
Аэродинамическое сопротивление тракта по стороне газовой воздушной	мм вод. ст.	 192 78
Температура в воздухоподогревателе: воздуха на входе воздуха на выходе газов на входе газов на выходе	^{0}С	 - 375 - -
Воздухоподогреватель: тип – ТВП		
Габариты котла по осям колонн: ширина глубина	м	 11 18
Масса металла котлоагрегата: общая под давлением каркаса	т	 1159 401 -
Удельная металлоемкость: общая под давлением	т/(т/ч)	 4,29 1,48
Коэффициент поставочной блочности	%	80
Полный назначенный срок службы	лет	30
Удельный выброс оксидов азота	мг/нм^3	-
Режим работы котла	-	базовый

ШАРНИРНЫЕ КОМПЕНСАТОРЫ



Компенсатор предназначен для компенсации температурных перемещений системы “пылепровод - горелка”.

На пылепроводе работает не менее 2 - 3 компенсаторов.



Максимальная температура среды - 350^{0}С.

Максимальное давление - 3,5 атм.

Максимальный угол поворота - α = 10^{0}С.

ОАО “Подольский машиностроительный завод” разработает, определит и рассчитает оптимальное количество и поставит заказчику шарнирные компенсаторы для любого диаметра трубопровода.

№ исполнения	Размеры, мм				
	D’	D”	$D_н$	L	L1
1*	700	660	480	450	134
2*	880	840	630	550	194

*) Документация имеется.

КОТЕЛ ПАРОВОЙ ПК-33

Котел типа ПК-33 однокорпусный прямоточный, предназначен для работы в блоке с турбиной 200 МВт.

Топочная камера полностью экранирована трубами с горизонтальной навивкой, образующих внутри камеры также два двухсветных экрана, и разделяющихся на нижнюю, среднюю и верхнюю радиационную части и потолочный экран.

В горизонтальном газоходе расположен ширмовый пароперегреватель. В конвективной шахте последовательно по ходу газов расположены:

- выходной пакет перегревателя;
- выходной пакет промперегревателя;
- переходная зона;
- входной пакет промперегревателя;
- трубчатый воздухоподогреватель II ступени;
- водяной экономайзер;
- трубчатый воздухопогреватель I ступени.

Топочная камера оборудуется 12 поворотными, щелевыми горелками, расположенными в 2 яруса на фронтовой стене котла. В 3-м ярусе расположены 6 газовых горелок (для котла ПК-33-1).

При сжигании твердых топлив шлакоудаление сухое. Все топочные экраны, в т.ч. двухсветные, на подвесных трубах подвешены к каркасу котла.

Обмуровка экранированной части котла выполнена облегченного типа с креплением к подвесным трубам.

Очистка поверхностей нагрева проводится разными способами:

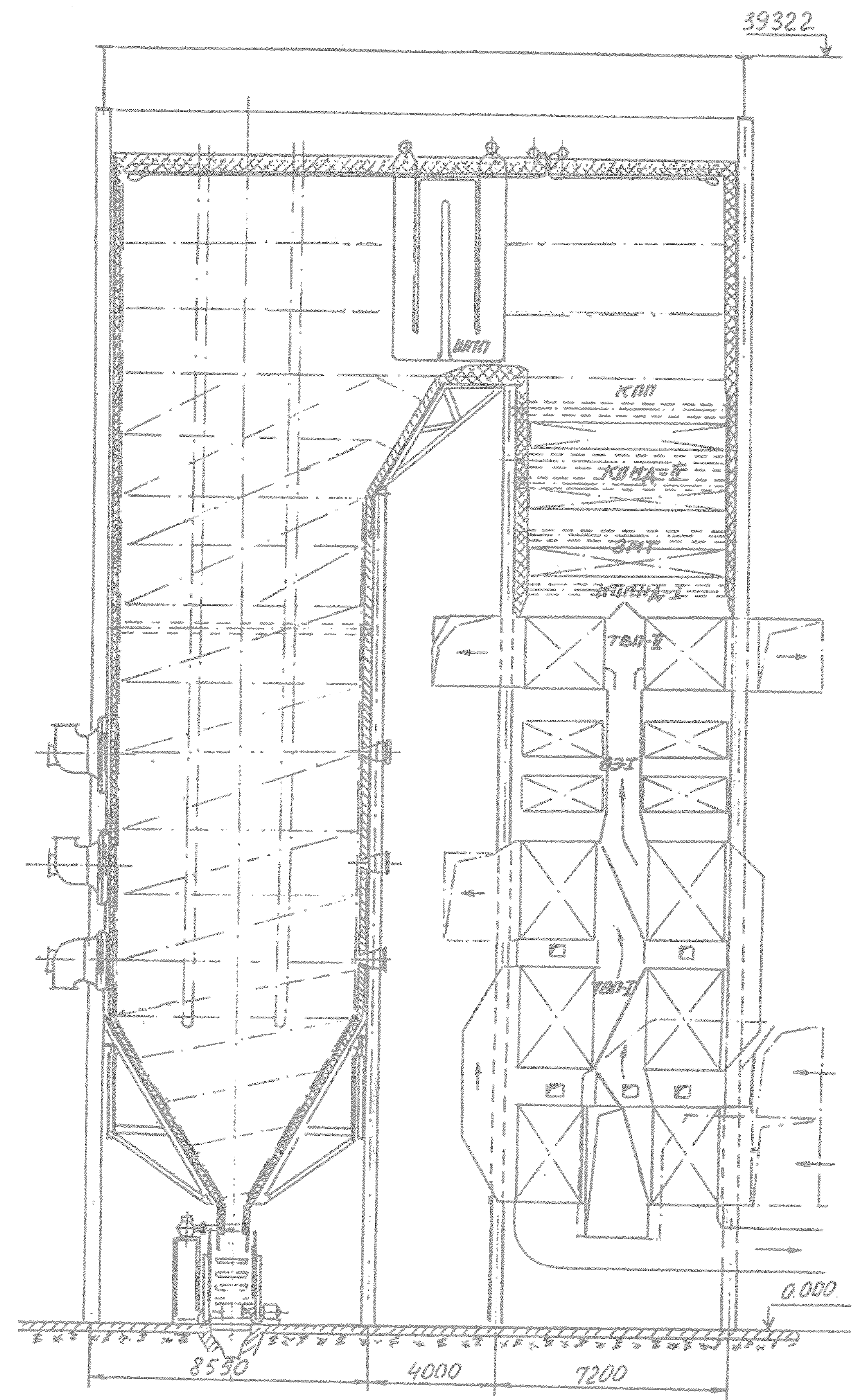
- для конвективных поверхностей нагрева - дробеочистка
- для настенных экранов - обдувка
- для ширм и двухсветных экранов - виброочиотка, (или обдувка паром двухсветных экранов).

Регулирование перегрева пара осуществляется впрысками, а регулирование температуры промперегрева - с помощью байпаса I-ой ступени промперегревателя, для чего были специально разработаны трехходовые клапаны, установленные на каждой нитке тракта промперегревателя.

Диапазон автоматического регулирования котла с поддержанием номинальных технологических параметров составляет 70-100%.

В котле применен однократный промежеточный перегрев пара.

Основные характеристики котла и оборудования, а также данные о выпуске котлов приведены в таблицах. Ниже отмечены основные особенности модификаций котла.



Котел Еп-640-140-570 (ПК-33-1)
Продольный разрез

Основные характеристики котла

Наименование показателя	Единица измерения	Значение
Паропроизводительность: номинальная	т/ч	640
Параметры острого пара за котлом: давление температура	 кгс/см² °С	 140 570
Количество пара, проходящего при номинальной мощности через промперегреватель	т/ч	544
Параметры пара до промперегревателя: давление температура	 кгс/см² °С	 35,0 389
Параметры пара после промперегревателя: давление температура	 кгс/см² °С	 33,0 540
КПД (брутто) при номинальной нагрузке: расчетный гарантийный	%	 91,56 -
Температура уходящих газов	°С	143
Температура питательной воды	°С	236
Топливо: тип – кушмуринский бурый уголь		
Основные характеристики: теплота сгорания низшая, Q_H^p зольность, A^p влажность, W^p содержание серы, S^p	 ккал/кг % % %	 2640 20,0 35,2 1,45
Расход топлива натурального	т/ч	166
Аэродинамическое сопротивление тракта по стороне газовой воздушной	мм вод. ст.	 165,0 88,0
Температура в воздухоподогревателе: воздуха на входе воздуха на выходе газов на входе газов на выходе	°С	 - 350 - 143
Воздухоподогреватель: тип – ТВП		
Габариты котла по осям колонн: ширина глубина	м	 22,0 19,75
Масса металла котлоагрегата: общая под давлением каркаса	т	 2829 1024 -
Удельная металлоемкость: общая под давлением	т/(т/ч)	 4,52 1,6
Коэффициент поставочной блочности	%	~ 80
Полный назначенный срок службы	лет	30
Удельный выброс оксидов азота	мг/нм³	-
Режим работы котла	-	базовый

Основное и комплектующее оборудование

Наименование	Тип	Изготовитель	Кол-во
Горелки	щелевые, газовые и пылеугольные	ЗиО	8
Воздухоподогреватель	ТВП	ЗиО	-
Мельницы	ММТ-1500/2510, 37 т/ч	-	3 – лев. 3 – прав.
Питатели сырого угля	СПУ-900/12600, 46 т/ч	-	3 – лев. 3 – прав.
Тягодутьевое оборудование: дымососы дутьевые вентиляторы вентиляторы горячего дутья дымосос рециркуляции мельничный вентилятор	 25х2Шу ВД-32Н ВГД-15,5 - -	 "Сибэнергомаш" "Сибэнергомаш" "Сибэнергомаш" - -	 2 2 2 - -
Оборудование очистки поверхностей нагрева: экрана пароперегревателя конвективной шахты воздухоподогревателя	 ОПР-5 ОПВР-2 - -	 "Ильмарине" "Ильмарине" - -	 58 14 - -
Шлакоудалитель	МШ-5-1	Зи0	2
Золоуловители: механические	батарейные циклоны	-	1 комплект

Отличительные особенности модификаций котлов типа ПК-33

Модификация котла	Элементы различия			
	топливо	выходная ступень первичного пароперегревателя	I ступень воздухоподогревателя	горелки
ПК-33	Кушмуринский и Челябинский бурые угли	ширмы из аустенитной стали	ТВП трехходовой	поворотные щелевые пылеугольные
ПК-33-1	Подмосковный уголь и газ	КПП из перлитной стали	РВП d = 5820 мм (4 шт.) + ТВП двухходовой	Щелевые пылегазовые и газовые на фронте: 12 пылегазовых и 6 газовых

Выпуск котлов и объекты их установки

Год выпуска	Кол-во (штук)	Электростанция (страна)	Станц. № котла	Год пуска
1957	1	Южно-Уральская ГРЭС	14 (ПК-33)	1958
1960	1	Южно-Уральская ГРЭС	15 (ПК-33)	1961
1958	1	Верхне-Тагильская ГРЭС	14 (ПК-33)	1959
1960	1	Верхне-Тагильская ГРЭС	15 (ПК-33)	1961
1962	1	Щекинская ГРЭС	16 (ПК-33-1)	1963
1963	1	Щекинская ГРЭС	17 (ПК-33-1)	1964

КОТЕЛ ПАРОВОЙ ПК-38

Котел ПК-38-2М является последней модификацией котлов серии ПК-38.

Прямоточный паровой котел типа ПК-38-2М предназначен для работы в составе дубль - блока (два котла на одну турбину) мощностью 150-160 Мвт.

Котел выполнен по П-образной компоновке поверхностей нагрева и опирается на собственный каркас. Котел устанавливается в собственном здании.

Котел предназначен для работы с уравновешанной тягой.

Топочная камера прямоугольного сечения с размерами сторон 7980х10120 мм экранирована поверхностями нагрева НРЧ, СРЧ, ВРЧ и ПЭ и оборудована 8 пылегазовыми вихревыми горелками лопаточно-вихревого типа, с регулируемой круткой потока вторичного воздуха, расположенными на фронтовой стене в два яруса. На боковых стенах выше основных горелок расположены 8 сопел (по 4 в один ярус на каждой стене) третичного дутья.

В верхней части топки над аэродинамическим выступом расположен ширмовьй пароперегреватель первичного пара (ШПП), далее за ним, в горизонтальном газоходе -ширмовый промежуточный пароперегреватель (ШВП). В конвективной шахте по ходу газов расположены пакеты конвективного пароперегревателя высокого давления (КПП), переходная зона (ПЗ), два яруса пакетов конвективного промежуточного пароперегревателя 1-ой ступени (КВП-1), пакет четвертого хода ТВП, три яруса пакетов водяного экономайзера (ВЭ) и пакеты первых трех ходов ТВП.

Предварительньй подогрев холодного воздуха осуществляется в калориферах. В качестве дополнительного средства подогрева может использоваться рециркуляция горячего воздуха на всас ДВ.

Система пылеприготовления замкнутая с прямым вдуванием и установкой четырех среднеходных мельниц.

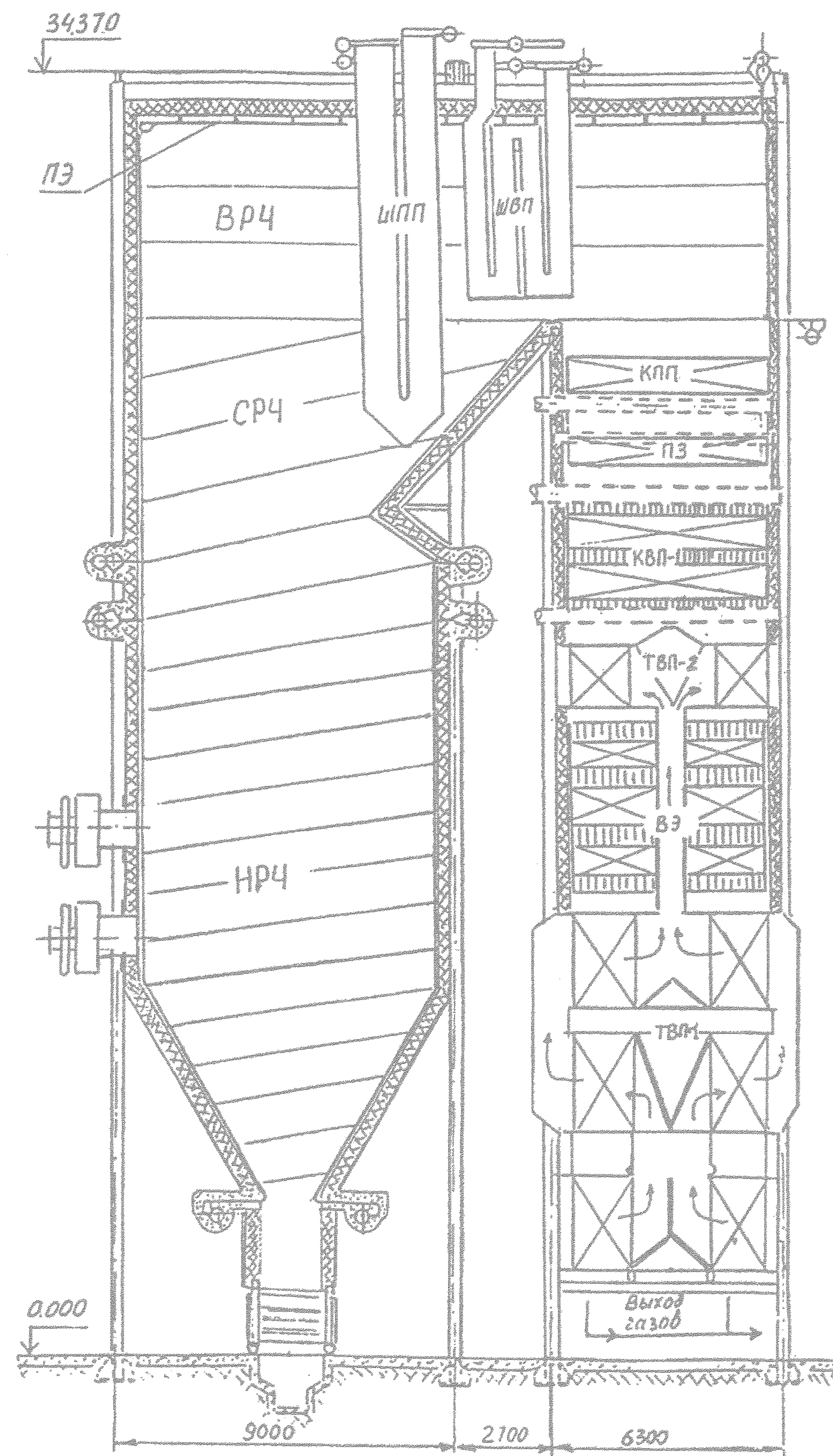
Шлакоудаление сухое механизированное с помощью скребкого транспортера, установленного под шлакоприемной ванной.

Регулирование температуры перегрева пара высокого давления производится впрыском, а регулирование температуры перегрева низкого давления - байпасированием КВП-1.

На котле применена кирпичная обмуровка. Изоляционный слой обмуровки выполняется из известковых кремнеземистых плит. Плотность газового тракта котла достигается за счет наружной металлической обшивки.

Котел снабжен необходимой арматурой, устройствами для отбора проб пара и воды, а также контрольно - измерительными приборами. Процессы питания котла, регулирования температуры перегрева пара и горения автоматизированы. Предусмотрены средства тепловой защиты в необходимом объеме.

Основные характеристики котлов, перечень комплектующего оборудования и количество котлов, объекты их установки, даны в таблицах.



Котел Еп-270-140-545 (ПК-38-2)
Продольный разрез

Основные характеристики котла

Наименование показателя	Единица измерения	Значение
Номинальная паропроизводительность	т/ч	270
Расход пара через промперегреватель	т/ч	240
Давление на выходе: перегретого пара высокого давления пара промперегрева	кгс/см²	 138 31
Температура: перегретого пара высокого давления пара промперегрева (на входе / на выходе) питательной воды уходящих газов	°С	 545 345 / 545 233 -
КПД (брутто) при номинальной нагрузке: расчетный гарантийный	%	 - 89 ± 0,5
Вид топлива: бурый уголь		
Характеристики основного топлива: теплота сгорания низшая, Q_H^P зольность, A^P влажность, W^P содержание серы, S^P	 ккал/кг % % %	 3130 42,4 11 2,04
Расход топлива натурального	т/ч	-
Аэродинамическое сопротивление газового тракта воздушного тракта	мм вод. ст.	 - 370
Температура в воздухоподогревателе: газов (на входе / на выходе) воздуха (на выходе)	°С	 - 370
Габаритные размеры котельной ячейки: ширина глубина	м	 11 18
Коэффициент поставочной блочности	%	-
Полный назначенный срок службы	лет	30
Удельный выброс оксидов азота	мг/нм³	-
Режим работы котла	-	базовый

Основное и комплектующее оборудование

Наименование	Тип	Изготовитель	Кол-во
Горелки	вихревые	-	8
Воздухоподогреватель	ТВП	ЗиО	-
Мельницы*	МДС-33	-	4
Питатели сырого угля	питатели	-	-
Тягодутьевое оборудование: дымососы дутьевые вентиляторы мельничный вентилятор первичного воздуха	 ДОД-21,5х2 ВДН-24 VR-100/850R-350L	 "Сибэнергомаш" "Сибэнергомаш" "Сибэнергомаш"	 2 2 2
Оборудование очистки поверхностей нагрева: экрана ширм	 АД и АМ-1В глубоковыдв. аппараты	 "ЭДИП" "Бергеманн"	 4 и 2 6
Шлакоудалитель*	шнековый	-	-
Золоуловители: Электрофильтр *	 -	 «Лурги»	 1 комплект

• - оборудование иностранного производства

Выпуск котлов и объекты их установки

Год выпуска	Кол-во (штук)	Электростанция (страна)	Станц. № котла	Год пуска
1959	1	Назаровская ГРЭС	1 (ПК-38)	1960
1960	4	Назаровская ГРЭС	2 (ПК-38)	1960
			3 (ПК-38)	1961
			4 (ПК-38)	1961
			5 (ПК-38)	1961
1961	3	Назаровская ГРЭС	6 (ПК-38)	1961
			7 (ПК-38)	1962
			8 (ПК-38)	1962
1963	2	Назаровская ГРЭС	9 (ПК-38)	1964
			10 (ПК-38)	1964
1964	2	Назаровская ГРЭС	11 (ПК-38-4)	1965
			12 (ПК-38-4)	1965
1959	1	Красноярская ГРЭС-2	1 (ПК-38)	1961
1960	3	Красноярская ГРЭС-2	2 (ПК-38)	1961
			3 (ПК-38)	1963
			4 (ПК-38)	1963
1961	2	Красноярская ГРЭС-2	5 (ПК-38)	1975
			6 (ПК-38)	1975
1962	2	Красноярская ГРЭС-2	7 (ПК-38)	1976
			8 (ПК-38)	1976
1960	1	Березовская ГРЭС (Беларусь)	1 (ПК-38-2)	1961
1961	2	Березовская ГРЭС	2 (ПК-38-2)	1961
			3 (ПК-38-2)	1962
1962	2	Березовская ГРЭС	4 (ПК-38-2)	1963
			5 (ПК-38-2)	1963
1963	2	Березовская ГРЭС	6 (ПК-38-2)	1963
			7 (ПК-38-2)	1964
1964	1	Березовская ГРЭС	8 (ПК-38-2)	1964
1965	1	Березовская ГРЭС	9 (ПК-38-2)	1966
1966	2	Березовская ГРЭС	10 (ПК-38-2)	1966
			11 (ПК-38-2)	1968
1967	1	Березовская ГРЭС	12 (ПК-38-2)	1968
1962	2	ТЭС «Марица-Восток-I» (Болгария)	7 (ПК-38-1)	1963
			8 (ПК-38-1)	1963
1963	2	ТЭС «Марица-Восток-I»	9 (ПК-38-1)	1965
			10 (ПК-38-1)	1965
1964	2	ТЭС «Марица-Восток-II» (Болгария)	1 (ПК-38-4)	1965
			2 (ПК-38-4)	1965
1965	2	ТЭС «Марица-Восток-II»	2 (ПК-38-4)	1966
			2 (ПК-38-4)	1966
1966	2	ТЭС «Марица-Восток-II»	2 (ПК-38-4)	1967
			2 (ПК-38-4)	1967
1967	2	ТЭС «Марица-Восток-II»	2 (ПК-38-4)	1968
			2 (ПК-38-4)	1968
1962	1	ТЭС «Парошень»	4 (ПК-38-2)	1964
1963	1	ТЭС «Парошень»	5 (ПК-38-2)	1964

Отличительные особенности модификаций котлов типа ПК-38

ПК-38. Разработан для сжигания назаровского бурого угля. Амбразуры шахтных мельниц оборудованы эжекционными соплами и расположены на фронте (4 шт.). Сопла третичного дутья расположены на задней стене (8 шт.). Шлакоудаление сухое.

ПК-38-1. Предназначен для сжигания болгарских лигнитов с помощью эжекционных горелок (4 шт. на фронте). 8 сопел третичного дутья расположены на задней стене топки. Установлен отбор газов на сушку из топки. Введена ступень чугунного ТВП.

ПК-38-2. В качестве топлива используются газ и каменный уголь. На фронте расположены 8 круглых пылегазовых турбулентных горелок.

ПК-38-3. Модернизирован для назаровских бурых углей с использованием прямоточных пылеугольных горелок, расположенных на боковых стенах (по 4 шт.). В топке на задней стене трубами СРЧ образован выступ и горизонтальном газоходе установлена вторая ступень ширмового перегревателя. Шлакоудаление жидкое.

ПК-38-4. Модернизирован для болгарских лигнитов с установкой 8 прямоточных пылеугольных горелок с тангенциальным расположением на фронтовых и боковых стенах топки. Дополнительные горелки расположены под основными. Сохранена чугунныя ступень ТВП и отбор газов на сушку из топки.

ПК-38-5. Топливо – бурый уголь. 4 щелевые горелки расположены на фронте. На задней стене оставлен выступ, в горизонтальном газоходе установлены две ступени ширмового перегревателя. Шлакоудаление жидкое.

КОТЕЛ ПАРОВОЙ ПК-39

Котел П-39 предназначен для работы на экибастузских углях в блоке с паровой турбиной мощностью 300 МВт.

Котел сверхкритического давления, с промперегревом - прямоточный, двухкорпусный, Т-образной компоновки, с уравновешенной тягой, с твердым шлакоудалением. Оба корпуса имеют одинаковую симметричную конструкцию.

Топочная камера каждого корпуса открытая, призматическая, прямоугольного сечения, с небольшим сужением в средней ее части полностью экранирована трубами, образующими по высоте холодную воронку. На боковых стенах топочной камеры каждого корпуса встречно в два яруса по высоте расположены 12 пылеуголных турбулентных горелок.

Топочная камера разделена на три части: нижнюю (НРЧ), среднюю (СРЧ), верхнюю (ВРЧ) радиационные части. НРЧ каждого корпуса выполнена из вертикальных трехходовых панелей; холодная воронка, СРЧ и ВРЧ из горизонтальных панелей.

На выходе из топочных камер расположены ширмовые пароперегреватели высокого давления I ступени (крайние ширмы) и II ступени (средние ширмы). В поворотной камере каждого корпуса располагаются ширмовые пароперегреватели III ступени (крайние ширмы) и четвертой ступени (средние ширмы). Ширмовый пароперегреватель IV ступени является выходной ступенью пароперегревателя высокого давления.

Каждый корпус котла имеет две одинаковые конвективные шахты, по ходу газов в которых расположены конвективный промперегреватель II ступени, конвективный промперегреватель I ступени, зона максимальной теплоемкости, экономайзер. Змеевики конвективных поверхностей нагрева расположены перпендикулярно фронту котла.

Среда высокого давления от входа в котел до выхода из него движется четырьмя параллельными автономно регулируемыми потоками (по два на корпус), среда низкого давления четырмя параллельными потоками.

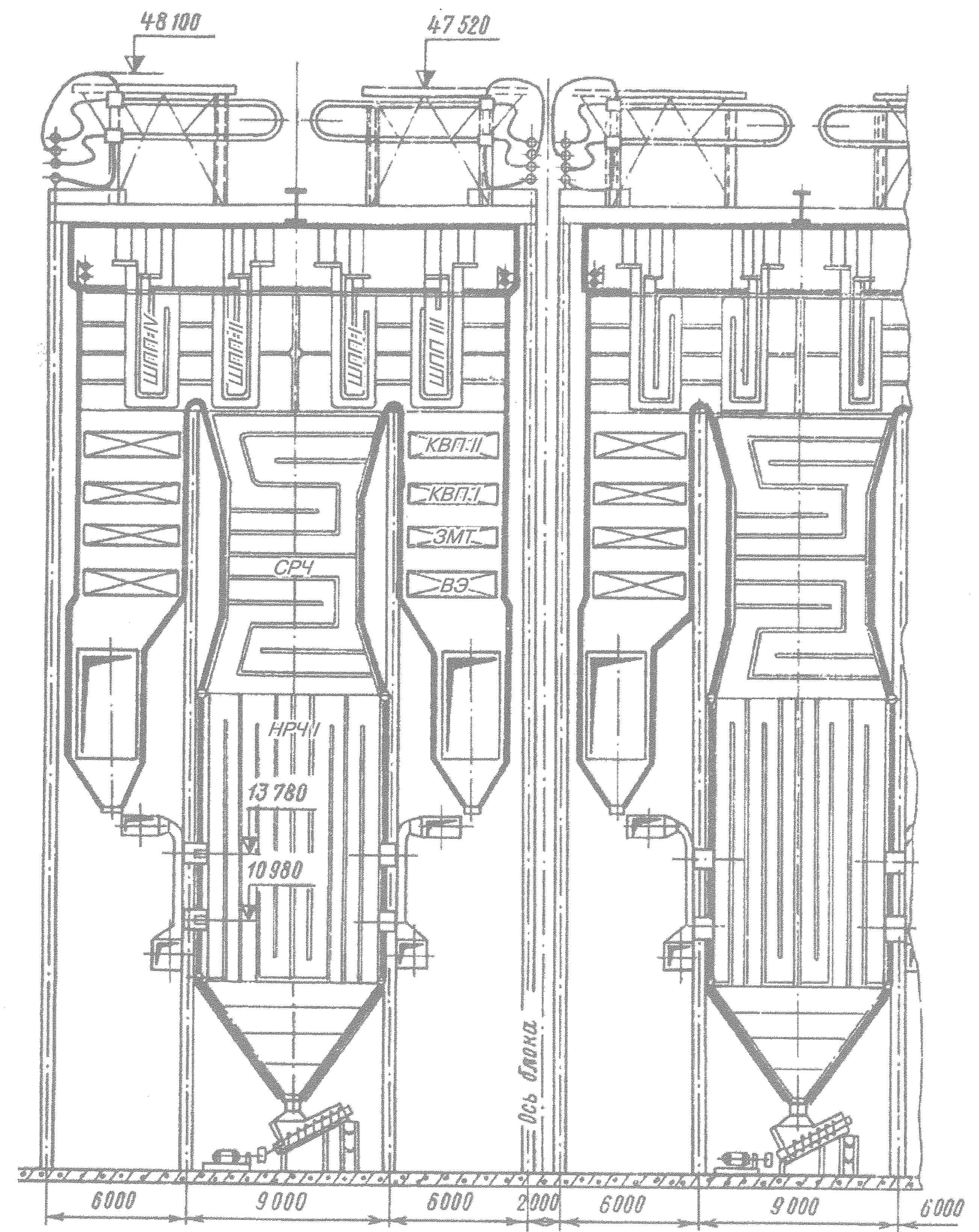
Регулирование температуры перегрева пара высокого давления производится впрыском, регулирование температуры перегрева пара низкого давления байпасированием паро-парового теплообменника. Для подогрева воздуха установлены четыре регенеративных воздухоподогревателя, вынесенных за пределы котельной.

Система пылеприготовления выполнена по схеме прямого вдувания с молотковыми мельницами.

Обмуровка котла изготовлена из плит.

Котел снабжен необходимой арматурой, устройствами для отбора проб пара и воды, а также контрольно-измерительными приборами. Процессы питания котла, регулирования температуры перегрева пара и горения автоматизированы. Предусмотрены средства тепловой защиты. Котел поставляется крупными транспортабельными блоками.

Основные характеристики котлов, а также количество котлов, объекты их установки и комплектующего оборудования даны в таблицах.



Котел Еп-950-255-2К (ПК-39-2)
Поперечный разрез

Основные характеристики котла

Наименование показателя	Единица измерения	Значение
Паропроизводительность: номинальная	т/ч	950
Параметры острого пара за котлом: давление температура	 кгс/см^2 ^{0}С	 255 545
Количество пара, проходящего при номинальной мощности через промперегреватель	т/ч	760
Параметры пара до промперегревателя: давление температура	 кгс/см^2 ^{0}С	 42 303
Параметры пара после промперегревателя: давление температура	 кгс/см^2 ^{0}С	 40 545
КПД (брутто) при номинальной нагрузке: расчетный гарантийный	%	 91,8 -
Температура уходящих газов	^{0}С	130
Температура питательной воды	^{0}С	-
Топливо: тип – экибастузский уголь		
Основные характеристики: теплота сгорания низшая, Q_H^p зольность, A^p влажность, W^p содержание серы, S^p	 ккал/кг % % %	 3710 38,7 10,0 0,7
Расход топлива натурального	т/ч	173
Аэродинамическое сопротивление тракта по стороне газовой воздушной	мм вод. ст.	 134 136
Температура в воздухоподогревателе: воздуха на входе воздуха на выходе газов на входе газов на выходе	^{0}С	 30 331 370 130
Воздухоподогреватель: тип – РВП	м	d = 6,89
Габариты котла по осям колонн: ширина глубина	м	 42 12
Масса металла котлоагрегата: общая под давлением каркаса	т	 4680 1930 931
Удельная металлоемкость: общая под давлением	т/(т/ч)	 4,9 2,03
Коэффициент поставочной блочности	%	84,5
Полный назначенный срок службы	лет	30
Удельный выброс оксидов азота	мг/нм^3	-
Режим работы котла	-	базовый

Основное и комплектующее оборудование

Наименование	Тип	Изготовитель	Кол-во
Горелки	турбулентные	ЗиО	24
Воздухоподогреватель	ВПР-2	ЗиО	2
Мельницы	ММТ-2000х2630х740	СТЗ	8
Питатели сырого угля	СПУ-700/7000; СПУ-700/9800	СТЗ	4; 4
Тягодутьевое оборудование: дымососы дутьевые вентиляторы вентиляторы горячего дутья дымосос рециркуляции мельничный вентилятор	 ДОД-31,5 ВДН-24х2П ВГД-15,5У ТВ-8-1,2 -	 "Сибэнергомаш" "Сибэнергомаш" "Сибэнергомаш" "Сибэнергомаш" -	 2 2 2 1 -
Оборудование очистки поверхностей нагрева: экрана пароперегревателя конвективной шахты воздухоподогревателя	 ОПР-5 ОГ - ОП	 "Ильмарине" "Ильмарине" - "Ильмарине"	 40 8 - 8
Шлакоудалитель	-	-	-
Золоуловители: механические электрофильтр	 батарейные циклоны электрофильтр	 - -	1 комплект

Основные особенности модификаций котла

Модификация	Элементы различия						
	Расположение перегревателей в корпусах	Поверхность первичного перегревателя	Поверхность промежуточного перегревателя	Конструкция СРЧ	В.-Э.	РВП	Размещение ППТО
ПК-39	несимметричное	конвективные и ширмовые	конвективные и ширмовые	вертикальные панели	есть	d_p = 6890	на фронте котла
П-39-1	симметричное	ширмовые	конвективные	горизонтальная навивка	нет	d_p = 6890	на потолке
П-39-2	симметричное	ширмовые	конвективные	горизонтальная навивка	есть	d_p = 7450	на потолке

Выпуск котлов и объекты их установки

Год выпуска	Кол-во (штук)	Электростанция (страна)	Станц. № котла	Год пуска
1961	1	Троицкая ГРЭС	7 (ПК-39)	1965
1963	1	Троицкая ГРЭС	8 (ПК-39)	1965
1965	1	Троицкая ГРЭС	9 (ПК-39)	1966
1966	1	Троицкая ГРЭС	10 (ПК-39)	1967
1966	1	Рефтинская ГРЭС	1 (П-39-2)	1970
1968	3	Рефтинская ГРЭС	2 (П-39-2)	1971
			3 (П-39-2)	1972
			4 (П-39-2)	1974
1969	1	Рефтинская ГРЭС	5 (П-39-2)	1975
1970	1	Рефтинская ГРЭС	6 (П-39-2)	1976
1971	2	Ермаковская ГРЭС (Казахстан)	1 (П-39-1)	1968
			2 (П-39-2)	1969
1972	1	Ермаковская ГРЭС	3 (П-39-2)	1970
1974	3	Ермаковская ГРЭС	4 (П-39-2)	1971
			5 (П-39-2)	1971
			6 (П-39-2)	1972
1975	2	Ермаковская ГРЭС	7 (П-39-2)	1973
			8 (П-39-2)	1974

КОТЕЛ ПАРОВОЙ ПК-40

Котел ПК-40 предназначен для работы на каменных углях в блоке с паровой турбиной мощностью 210 МВт.

Котел высокого давления, с промперегревом , прямоточный, двухкорпусный, закрытый П-образной компоновки, с уравновешенной тягой, с жидким шлакоудалением. Оба корпуса имеют одинаковую конструкцию.

Топочная камера каждого корпуса открытая, прямоугольного сечения На боковых стенах ее в два яруса расположены пылеугольные вихревые горелки, по 10 шт. на корпус. Топочная камера полностью экранирована. Экраны выполнены из труб путем горизонтальной их навивки по системе Рамзина и образуют нижнюю (НРЧ), среднюю (СРЧ) и верхнюю (ВРЧ) радиационные части.

В соединительном газоходе каждого корпуса установлены вертикальные ширмы. В опускных конвективных газоходах последовательно расположены конвективные поверхности пароперегревателя высокого давления, промперегревателя, переходной зоны, экономайзера и трехходового одноступенчатого трубчатого воздухоподогревателя.

Среда высокого давления от входа в котел до выхода из него движется двумя не перемешивающимися автономно регулируемыми потоками, среда низкого давления четырмя параллельными потоками (по два на корпус).

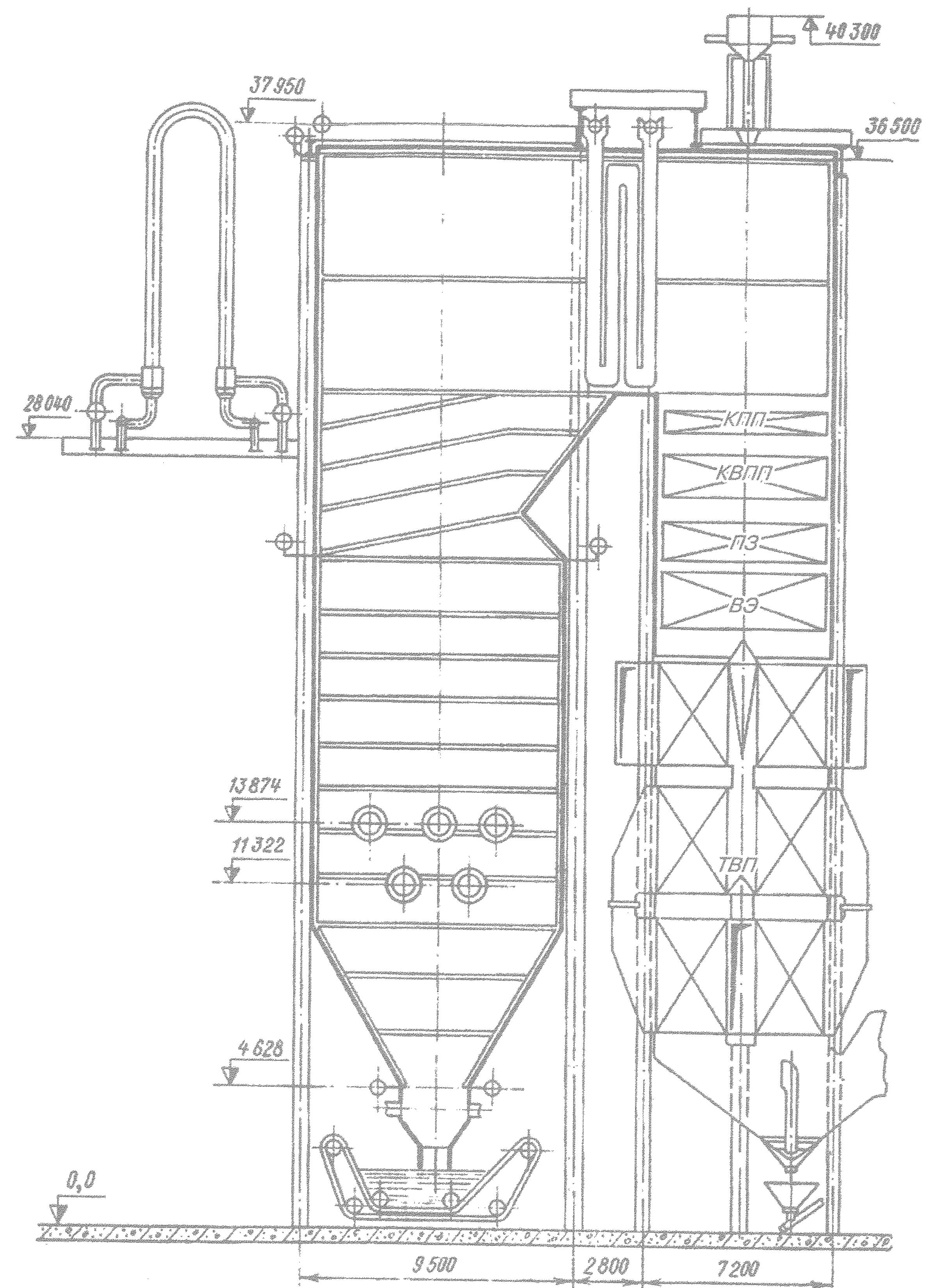
Регулирование температуры перегрева пара высокого давления производится впрыском питательной воды, регулирование температуры перегрева пара низкого давления байпасированием паро - парового теплообменника.

Обмуровка котла кирпичная, облегченная, крепится на каркасе.

Для очистки поверхности нагрева предусмотрены обдувочные аппараты, а для конвективных поверхностей- дробеочистка.

Котел снабжен необходимой арматурой, устройствами для отбора проб пара и воды, а также контрольно-измерительными приборами. Процессы питания котла, регулирования температуры перегрева пара и горения автоматизированы. Предусмотрены средства тепловой защиты. Котел поставляется крупными транспортабельными блоками.

Основные характеристики котлов и комплектующего оборудования даны в таблицах, а также количество котлов, объекты их установки.



Котел Пп-640-140-2К (ПК-40-2)
Продольный разрез

Основные характеристики котла

Наименование показателя	Единица измерения	Значение
Паропроизводительность: номинальная	т/ч	640
Параметры острого пара за котлом: давление температура	 кгс/см^2 ^{0}С	 140 570
Количество пара, проходящего при номинальной мощности через промперегреватель	т/ч	544
Параметры пара до промперегревателя: давление температура	 кгс/см^2 ^{0}С	 27 357
Параметры пара после промперегревателя: давление температура	 кгс/см^2 ^{0}С	 25 570
КПД (брутто) при номинальной нагрузке: расчетный гарантийный	%	 91,85 -
Температура уходящих газов	^{0}С	133
Температура питательной воды	^{0}С	232
Топливо: тип – кузнецкий каменный уголь		
Основные характеристики: теплота сгорания низшая, $Q_н^р$ зольность, $A^р$ влажность, $W^р$ содержание серы, $S^р$	 ккал/кг % % %	 5850 18,6 8,0 0,4
Расход топлива натурального	т/ч	80,4
Аэродинамическое сопротивление тракта по стороне газовой воздушной	мм вод. ст.	 245 251
Температура в воздухоподогревателе: воздуха на входе воздуха на выходе газов на входе газов на выходе	^{0}С	 30 295 334 133
Воздухоподогреватель: тип – ТВП		
Габариты котла по осям колонн: ширина глубина	м	 24 19,5
Масса металла котлоагрегата: общая под давлением каркаса	т	 2600 911 751
Удельная металлоемкость: общая под давлением	т/(т/ч)	 4,06 1,17
Коэффициент поставочной блочности	%	89,8
Полный назначенный срок службы	лет	30
Удельный выброс оксидов азота	мг/нм^3	-
Режим работы котла	-	базовый

Основное и комплектующее оборудование

Наименование	Тип	Изготовитель	Кол-во
Горелки	вихревые	ЗиО	20
Воздухоподогреватель	ТВП	ЗиО	-
Мельницы	Ш-50	СТЗ	2
Питатели сырого угля	тарельчатые, ДТ-200, ленточные	СТЗ	4; 2
Питатели пыли	лопастные	Черновицкий машино-строительный завод	20
Тягодутьевое оборудование: дымососы дутьевые вентиляторы вентиляторы горячего дутья дымосос рециркуляции мельничный вентилятор	 ДОД-31,5 ВДН-32Б ВГД-13,5У - -	 "Сибэнергомаш" "Сибэнергомаш" "Сибэнергомаш" - -	 2 2 2 - -
Оборудование очистки поверхностей нагрева: экрана пароперегревателя конвективной шахты воздухоподогревателя	 ОПР-5 ОПК дробеочистка -	 "Ильмарине" "Ильмарине" "Ильмарине" -	 36 2 1 контур -
Золоуловители: механические электрофильтр	 С мокрой пленкой типа МП-ВТИ Циклоны НИИОГАЗ Диаметром 1850 мм	 - -	 10 4

Отличительные особенности модификаций котлов

Модификация котла	Элементы различия			
	Расположение перегревателей в корпусах	Шлакоудаление	Наличие ППТО	Регулирование промперегрева
ПК-40	несимметричное: в 1-м корпусе – первичный пере-греватель, во 2-м - промежуточный	сухое	нет	дым. газами по корпусам
ПК-40-1	симметричное	жидкое	есть	байпасированием ППТО
ПК-40-2	симметричное	сухое	есть	байпасированием ППТО

Выпуск котлов и объекты их установки

Год выпуска	Кол-во (штук)	Электростанция (страна)	Станц. № котла	Год пуска
1960	1	Томь-Усинская ГРЭС	11 (ПК-40)	1963
1961	2	Томь-Усинская ГРЭС	12 (ПК-40)	1964
			13 (ПК-40-2)	1964
1962	1	Томь-Усинская ГРЭС	14 (ПК-40-2)	1965
1963	2	Беловская ГРЭС	1 (ПК-40-1)	1964
			2 (ПК-40-1)	1964
1965	1	Беловская ГРЭС	3 (ПК-40-1)	1965
1966	1	Беловская ГРЭС	4 (ПК-40-1)	1966
1967	2	Беловская ГРЭС	5 (ПК-40-1)	1967
			6 (ПК-40-1)	1968

КОТЕЛ ПАРОВОЙ ПК-41

Котел П-41 предназначен для работы на газе и мазуте в блоке с турбиной мощностью 300 МВт.

Котел сверхкритического давления, с промперегревом, прямоточный, однокорпусный П-образной компоновки, с уравновешенной тягой.

Топочная камера открытая, призматическая, прямоугольного сечения полностью экранирована вертикальными панелями. На фронтовой и задней стенах топки каждого корпуса в один ярус установлены газомазутные горелки, по восемь штук на каждый корпус. Трубы фронтового и заднего экранов в верхней части НРЧ образуют пережим. Радиационные поверхности нагрева в обоих корпусах расположены одинаково. На выходе из топочной камеры каждого корпуса установлен ширмовый пароперегреватель.

В конвективных шахтах последовательно по ходу газов расположены пакеты пароперегревателей высокого давления, промперегревателя, зоны максимальной теплоемкости и экономайзера. Для подогрева воздуха установлены четыре регенеративных воздухоподогревателя с вертикальным расположением вала.

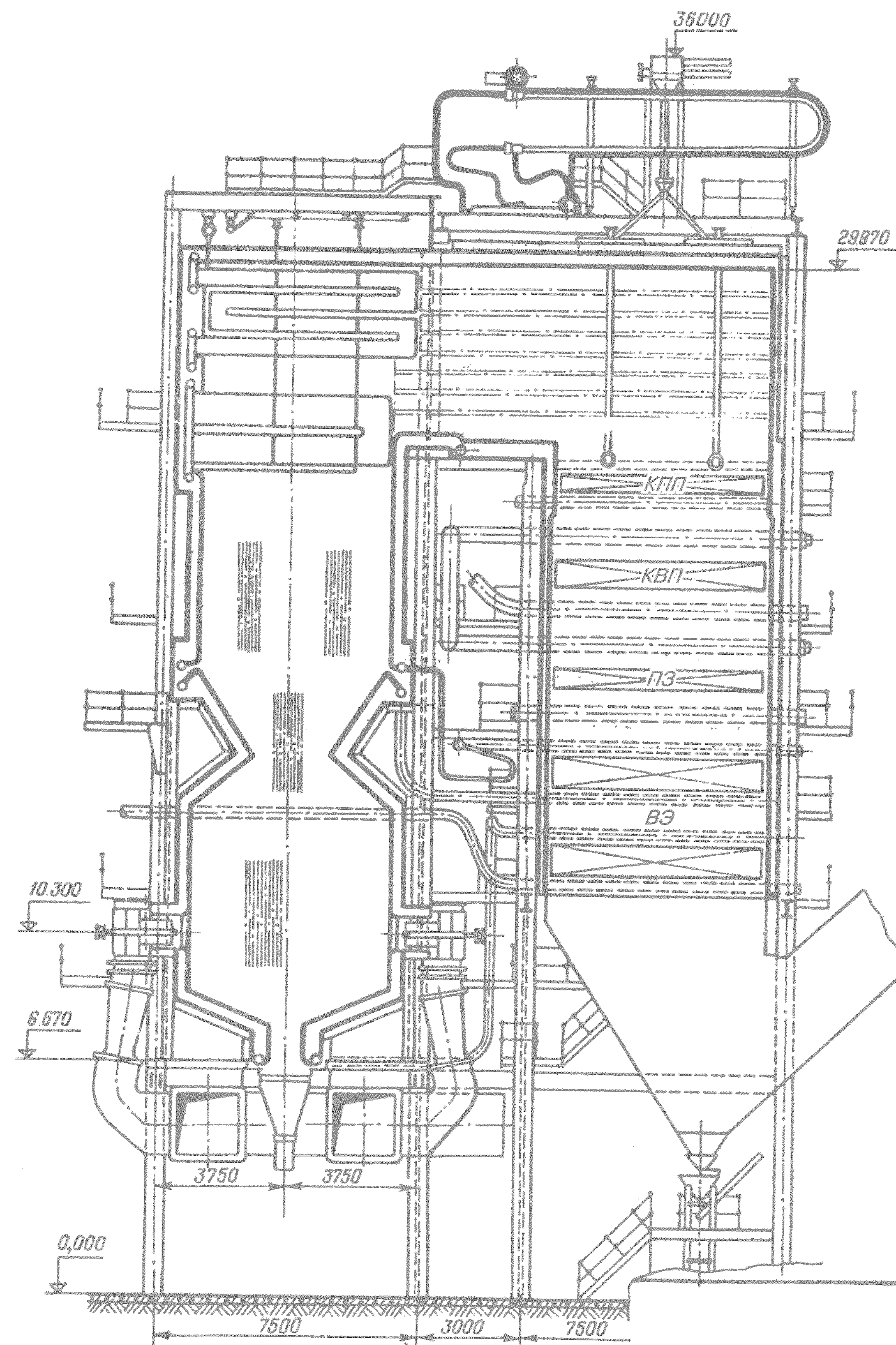
Среда высокого давления от входа в котел до выхода из него движется четырьмя (по два в каждом корпусе) параллельными автономно регулируемыми потоками, среда низкого давления четырьмя параллельными потоками.

Регулирование температуры перегрева пара высокого давления производится впрыском, регулирование температуры пара низкого давления байпасированием паро-парового теплообменника.

Обмуровка котла выполнена из плит, закрепленных на каркасе.

Котел снабжен необходимой арматурой, устройствами для отбора проб пара и воды, а также контрольно-измерительными приборами. Процессы питания котла, регулирования температуры перегрева пара и горения автоматизированы. Предусмотрены средства тепловой защиты. Котел поставляется крупными транспортабельными блоками.

Основные характеристики котлов, и комплектующего оборудования, а также количество котлов и объекта их установки приведены в таблицах.



Котел Пп-950-255ГМ (ПК-41-1)
Продольный разрез

Основные характеристики котла

Наименование показателя	Единица измерения	Значение
Паропроизводительность: номинальная	т/ч	950
Параметры острого пара за котлом: давление температура	 кгс/см² °С	 255 545
Количество пара, проходящего при номинальной мощности через промперегреватель	т/ч	760
Параметры пара до промперегревателя: давление температура	 кгс/см² °С	 42 305
Параметры пара после промперегревателя: давление температура	 кгс/см² °С	 40,6 545
КПД (брутто) при номинальной нагрузке: расчетный гарантийный	%	 93,3 92,5
Температура уходящих газов	°С	165
Температура питательной воды	°С	267
Топливо: тип - мазут		
Основные характеристики: теплота сгорания низшая, $Q_н^р$ зольность, $A^р$ влажность, $W^р$ содержание серы, $S^р$	 ккал/кг % % %	 9880 11,7 84,5 3,4
Расход топлива натурального	т/ч	1064,2
Аэродинамическое сопротивление тракта по стороне газовой воздушной	мм вод. ст.	 210 297
Температура в воздухоподогревателе: воздуха на входе воздуха на выходе газов на входе газов на выходе	°С	 60 326 - 165
Воздухоподогреватель: тип – РВП	м	d = 7,12
Габариты котла по осям колонн: ширина глубина	м	 36,0 18,0
Масса металла котлоагрегата: общая под давлением каркаса	т	 3603 1400 -
Удельная металлоемкость: общая под давлением	т/(т/ч)	 3,8 1,47
Коэффициент поставочной блочности	%	83
Полный назначенный срок службы	лет	30
Удельный выброс оксидов азота	мг/нм³	-
Режим работы котла	-	базовый

Основное и комплектующее оборудование

Наименование	Тип	Изготовитель	Кол-во
Горелки	газомазутные	ЗиО	16
Воздухоподогреватель	РВП-7	ЗиО	4
Тягодутьевое оборудование: дымососы дутьевые вентиляторы вентиляторы горячего дутья дымосос рециркуляции мельничный вентилятор	 ДО-31,5 ВДН-24х2-II - ВГД-15,5У -	 «Сибэнергомаш» «Сибэнергомаш» - «Сибэнергомаш» -	 2 2 - - -
Оборудование очистки поверхностей нагрева: экрана пароперегревателя конвективной шахты воздухоподогревателя	 - - дробеочистка ОК	 - - "Ильмарине" "Ильмарине"	 - - 2 конт. 8

Выпуск котлов и объекты их установки

Год выпуска	Кол-во (штук)	Электростанция (страна)	Станц. № котла	Год пуска
1962	1	Конаковская ГРЭС	1	1964
1963	1	Конаковская ГРЭС	2	1965
1964	1	Конаковская ГРЭС	3	1965
1965	1	Конаковская ГРЭС	4	1966
1966	3	Конаковская ГРЭС	5	1967
			6	1968
			7	1968
1967	1	Конаковская ГРЭС	8	1969
1967	4	Кармановская ГРЭС	1	1968
			2	1969
			3	1970
			4	1971
1968	1	Кармановская ГРЭС	5	1972
1969	1	Кармановская ГРЭС	6	1973
1969	2	Ириклинская ГРЭС	1	1970
			2	1970
1966	2	Литовская ГРЭС	5	1967
			6	1968

КОТЕЛ ПАРОВОЙ ПК-47

Котел ПК -47 предназначен для работы на газе и мазуте в блоке с паровой турбиной мощностью 210МВт.

Котел высокого давления, с промперегревом, прямоточный, двухкорпусный, закрытой П-образной компоновки, с уравновешенной тягой. Оба корпуса имеют одинаковую конструкцию.

Топочная камера каждого корпуса прямоугольная. На боковых ее стенах встречно в два яруса установлены газомазутные горелки (всего десять штук на котел). В верхней части топочной камеры имеется аэродинамический выступ

. Топочная камера полностью экранирована. Экраны выполнены из труб путем горизонтально-подъемной их навивки по системе Рамзина и образуют нижнюю (НРЧ), среднюю (СРЧ) и верхнюю (ВРЧ) радиационные части.

В двух конвективных шахтах последовательно по ходу газов расположены пакеты пароперегревателей высокого давления и промперегревателя, переходная зона и экономайзер.

Среда высокого давления от входа в котел до выхода из него движется четырьмя (по два на корпус) неперемешивающимися автономно регулируемыми потоками, среда низкого давления четырьмя параллельными потоками (по два на корпус).

Регулирование температуры перегрева пара высокого давления производится тремя впрысками питательной воды, регулирование температуры перегрева пара низкого давления байпасированием паро-парового теплообменника.

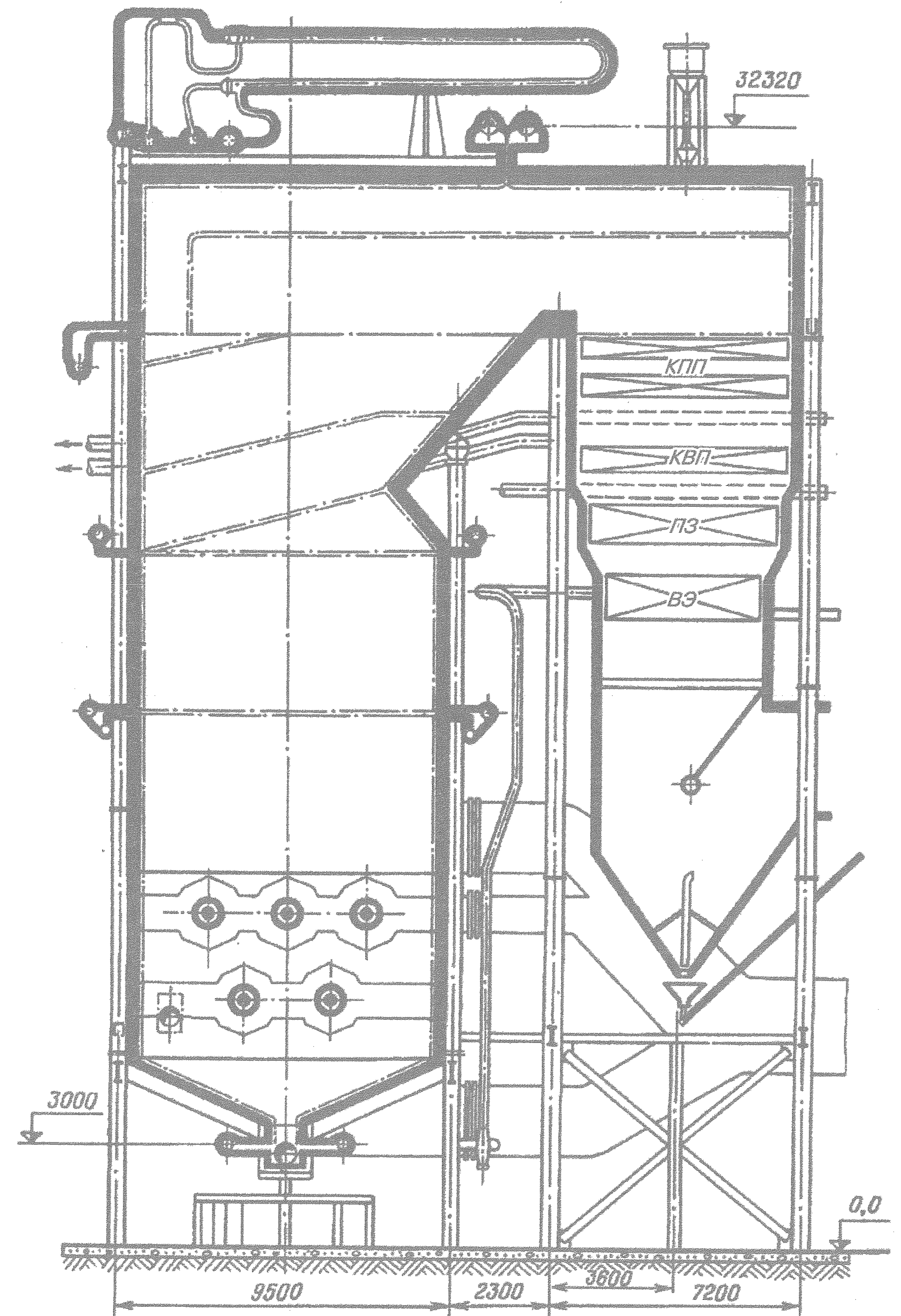
Для подогрева воздуха установлены регенеративные вращающиеся воздухоподогреватели с вертикально расположенной осью.

Обмуровка котла кирпичная, облегченная, крепятся на каркасе.

Для очистки конвективных поверхностей нагрева предусмотрена дробеочистка, а для РВП паровая обдувка.

Котел снабжен необходимой арматурой, устройствами для отбора проб пара и воды, а также контрольно-измерительными приборами. Процессы питания котла, регулирования температуры перегрева пара и горения автоматизированы. Предусмотрены средства тепловой защиты. Котел поставляется транспортабельными блоками.

Основные характеристики котлов и комплектующего оборудования, а также отличительные особенности модернизации котла, годы их выпуска и объекты установки приведены в таблицах.



Котел Пп-640-140-570 (ПК-47-5)
Продольный разрез

Основные характеристики котла

Наименование показателя	Единица измерения	Значение
Паропроизводительность: номинальная	т/ч	640
Параметры острого пара за котлом:		
давление	кгс/см^2	140
температура	^{0}С	550
Количество пара, проходящего при номинальной мощности через промперегреватель	т/ч	544
Параметры пара до промперегревателя:		
давление	кгс/см^2	27
температура	^{0}С	335
Параметры пара после промперегревателя:		
давление	кгс/см^2	25
температура	^{0}С	550
КПД (брутто) при номинальной нагрузке:	%	
расчетный		92,42
гарантийный		90,5
Температура уходящих газов	^{0}С	152
Температура питательной воды	^{0}С	240
Топливо: тип – мазут (газ)		
Основные характеристики:		
теплота сгорания низшая, $Q_Н^р$	ккал/кг	9170
зольность, $A^р$	%	0,3
влажность, $W^р$	%	3,0
содержание серы, $S^р$	%	2,9
Расход топлива натурального	т/ч	51,8
Аэродинамическое сопротивление тракта по стороне	мм вод. ст.	
газовой		235,3
воздушной		313,7
Температура в воздухоподогревателе:	^{0}С	
воздуха на входе		99
воздуха на выходе		272
газов на входе		380
газов на выходе		152
Воздухоподогреватель: тип – РВП	м	d = 7,45
Габариты котла по осям колонн:	м	
ширина		24,0
глубина		19,0
Масса металла котлоагрегата:	т	
общая		2330
под давлением		1121
каркаса		630,3
Удельная металлоемкость:	т/(т/ч)	
общая		3,6
под давлением		1,75
Коэффициент поставочной блочности	%	85,9
Полный назначенный срок службы	лет	30
Удельный выброс оксидов азота	мг/нм^3	-
Режим работы котла	-	базовый

Основное и комплектующее оборудование

Наименование	Тип	Изготовитель	Кол-во
Горелки	газомазутные	ЗиО	10
Воздухоподогреватель	РВП-8	ЗиО	2
Тягодутьевое оборудование:			
дымососы	ДО-31,5	“Сибэнергомаш”	2
дутьевые вентиляторы	ВДН-32Б	“Сибэнергомаш”	2
вентиляторы горячего дутья	ВГД-15,5У	“Сибэнергомаш”	2
дымосос рециркуляции	ВГД-15,5У	“Сибэнергомаш”	1
мельничный вентилятор	-	-	-
Оборудование очистки поверхностей нагрева:			
экрана	-	-	-
пароперегревателя	-	-	-
конвективной шахты	-	-	-
воздухоподогревателя	ОП	“Ильмарине”	4

Отличительные особенности модификаций котлов типа ПК-47

Модификация котла	Элементы различия			
	Топливо	Горелки	Каркас	Воздухоподогреватель
ПК-47	мазут, нефтяной газ	газомазутные 10х2 шт. на котел		ТВП двухходовой с антикоррозионной защитой
ПК-47-1	мазут, нефтяной газ	газомазутные 10х2 шт. на котел	для несейсмичных районов	РВП под конвективной шахтой
ПК-47-2	газ	газовые горелки		ТВП двухпоточный двухходовой
ПК-47-3	мазут, газ	газомазутные 10х2 шт. на котел	сейсмичность 7 баллов	РВП вынесенный
ПК-47-5	мазут, газ	газомазутные 6х2 шт. на котел	для несейсмичных районов	РВП вынесенный

Выпуск котлов и объекты их установки

Год выпуска	Кол-во (штук)	Электростанция (страна)	Станц. № котла	Год пуска
1961	1	Верхне-Тагильская ГРЭС	16 (ПК-47)	1964
1962	1	Верхне-Тагильская ГРЭС	17 (ПК-47-1)	1964
1963	1	Верхне-Тагильская ГРЭС	18 (ПК-47-1)	1964
1961	1	Заинская ГРЭС	1 (ПК-47)	1963
1962	1	Заинская ГРЭС	2 (ПК-47-1)	1963
1963	1	Заинская ГРЭС	3 (ПК-47-1)	1964
1964	2	Заинская ГРЭС	4 (ПК-47-1)	1964
			5 (ПК-47-1)	1965
1968	2	Заинская ГРЭС	6 (ПК-47-1)	1969
			7 (ПК-47-5)	1969
1969	2	Заинская ГРЭС	8 (ПК-47-5)	1970
			9 (ПК-47-5)	1970
1970	2	Заинская ГРЭС	10 (ПК-47-5)	1971
			11(ПК-47-5)	1971
1971	1	Заинская ГРЭС	12 (ПК-47-5)	1972
1966	1	Джамбулская ГРЭС (Казахстан)	1 (ПК-47-3)	1967
1967	1	Джамбулская ГРЭС	2 (ПК-47-3)	1968
1968	1	Джамбулская ГРЭС	3 (ПК-47-3)	1969
1966	2	ТЭС Борзешть (Румыния)	1 (ПК-47-3)	1968
			2 (ПК-47-3)	1969
1964	1	ТЭС Лудуш (Румыния)	5 (ПК-47-2)	1966
1965	1	ТЭС Лудуш (Румыния)	6 (ПК-47-2)	1966

КОТЕЛ ПАРОВОЙ П-49

Котел П-49 спроектирован для работы на сушенке Назаровского бурого угля в блоке с турбиной 500 МВт.

Котел состоит из двух одинаковых корпусов с трехходовой компоновкой, работающих независимо друг от друга. Конструктивное решение конвективных поверхностей нагрева, находящихся в зоне температур газов 900-950 °С, а также ТВП выполнены с учетом неблагоприятных шлакующих свойств золы назаровских углей.

Над топкой, в горизонтальном и поворотном газоходах расположены четыре ступени ширмового перегревателя. В опускном газоходе последовательно расположены ширмовый промперегреватель выходной и первой ступеней.

Конвективный экономайзер и ТВП расположены в подъемном газоходе. Для подготовки пыли используется центральный пылезавод. Котел оборудован 32 пылеугольными горелками (по 16 шт. на корпус), расположенными в один ярус по 8 на фронтовой и задние стенах. Шлакоудаление жидкое. Для непрерывного удаления жидкого шлака под шлаковыми бункерами установлено шесть устройств механизированного шлакоудаления.

Пароводяной тракт котла состоит из 4-х параллельных потоков с самостоятельным регулированием тремя впрысками.

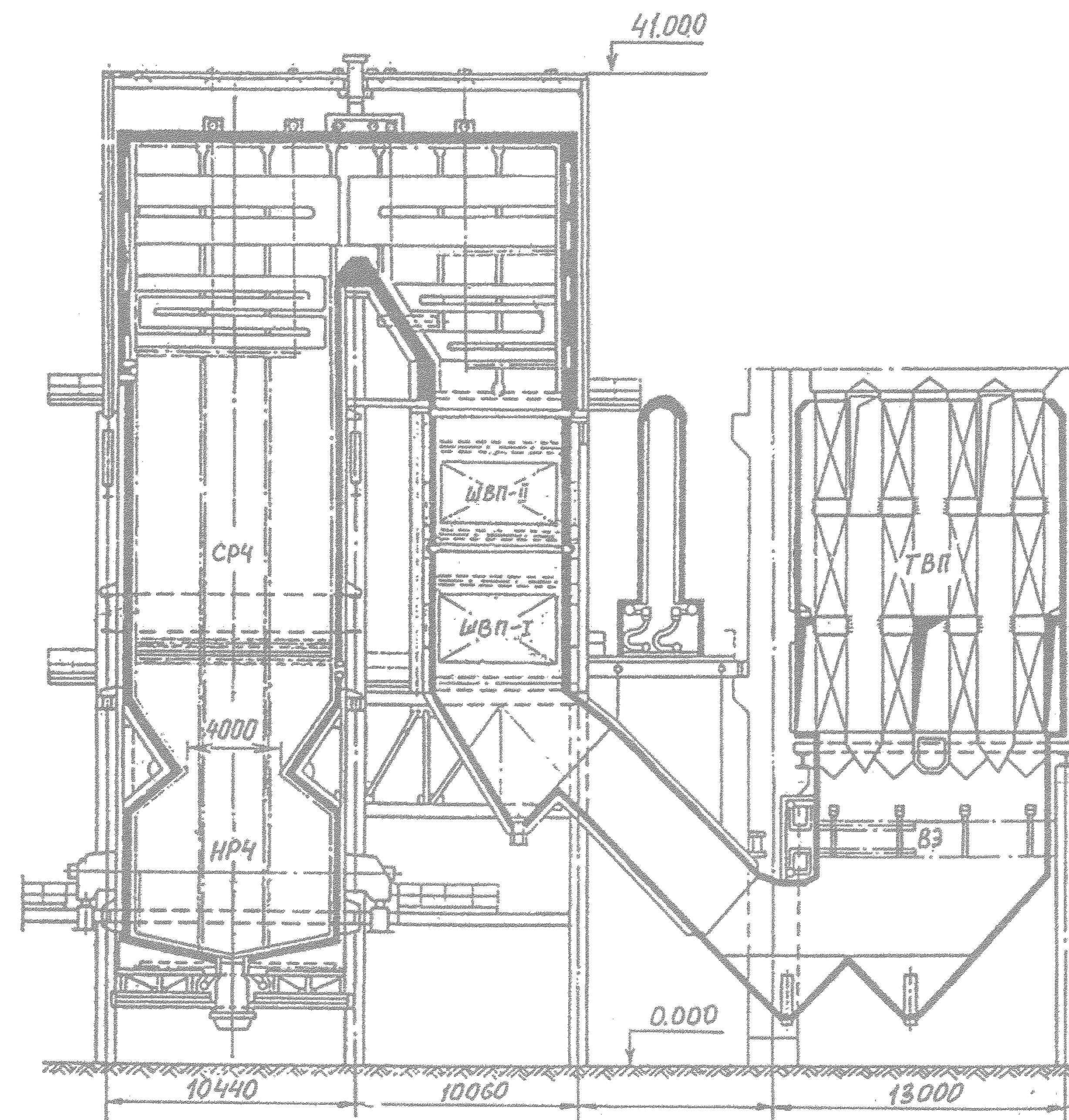
Тракт промежуточного перегрева состоит из 8 параллельных потоков по 4 на корпус. Регулирование температуры осуществляется с помощью паро-парового теплообменника путем изменения расхода пара через него байпасным клапаном.

Обмуровка стен топки, поворотной камеры, опускного и подъемного газоходов выполнена в виде крупногабаритных обмуровочных плит.

Котел снабжен требуемым количеством люков и лазов, необходимых для ремонта.

Котел поставляется крупными транспортабельными блоками.

Основные характеристики и комплектующего оборудования, а также дата выпуска котла приведены в таблицах.



Котел Пп-1600-255-565/570 (П-49)
Продольный разрез

Основные характеристики котла

Наименование показателя	Единица измерения	Значение
Паропроизводительность: номинальная	т/ч	1600
Параметры острого пара за котлом: давление температура	 кгс/см² °С	 255 565
Количество пара, проходящего при номинальной мощности через промперегреватель	т/ч	1380
Параметры пара до промперегревателя: давление температура	 кгс/см² °С	 444,7 320
Параметры пара после промперегревателя: давление температура	 кгс/см² °С	 42,5 570
КПД (брутто) при номинальной нагрузке: расчетный гарантийный	%	 92,73 -
Температура уходящих газов	°С	151
Температура питательной воды	°С	250
Топливо: тип – сушенка назаровского угля		
Основные характеристики: теплота сгорания низшая, $Q_н^р$ зольность, $A^р$ влажность, $W^р$ содержание серы, $S^р$	 ккал/кг % % %	 4616 10,3 14,0 0,8
Расход топлива натурального	т/ч	251
Аэродинамическое сопротивление тракта по стороне газовой воздушной	мм вод. ст.	 305,9 443,7
Температура в воздухоподогревателе: воздуха на входе воздуха на выходе газов на входе газов на выходе	°С	 45 317 381 151
Воздухоподогреватель: тип – ТВП трехходовой четерехпоточный		
Габариты котла по осям колонн: ширина глубина	м	 60 44,5

Основное и комплектующее оборудование

Наименование	Тип	Изготовитель	Кол-во
Горелки	пылеугольные	ЗиО	32
Воздухоподогреватель	ТВП	ЗиО	-
Мельницы	центр. пылезавод	-	-
Тягодутьевое оборудование: дымососы дутьевые вентиляторы вентиляторы горячего дутья дымосос рециркуляции мельничный вентилятор	 ДО-30М ВДН-28-II - - -	 “Сибэнергомаш” “Сибэнергомаш” - - -	 4 4 - - -
Оборудование очистки поверхностей нагрева: экрана пароперегревателя конвективной шахты воздухоподогревателя	 - вибротрубы - -	 - - - -	 - - - -
Шлакоудалитель	МШ-8	-	6

Выпуск котлов и объект их установки

Год выпуска	Кол-во (штук)	Электростанция (страна)	Станц. № котла	Год пуска
1965	1	Назаровская ГРЭС	13	1968

КОТЕЛ ПАРОВОЙ П-50

Котел П-50 предназначен для работы на тощих углях Донецкого бассейна в блоке с турбиной мощностью 300 МВт.

Котел сверхкритического давления, с промперегревом, прямоточный, двухкорпусный, закрытой П-образной компоновки, с уравновешенной тягой, с жидким шлакоудалением. Оба корпуса имеют одинаковую симметричную конструкцию.

Топочная камера каждого корпуса открытая, призматическая, прямоугольного сечения. В нижней ее части на фронтовой и задней стенах в два яруса расположены по 12 турбулентных пылеугольных горелок. Топочные камеры полностью экранированы трубами.

На выходе из топочных камер установлены ширмовые пароперегреватели I и II ступеней. В опускных газоходах последовательно по ходу газв расположены конвективные пакеты пароперегревателя высокого давления, I и II ступеней промперегревателя и экономайзер.

Для подогрева воздуха предусмотрены регенеративные воздухоподогреватели с вертикальным расположением вала, по два аппарата на каждый корпус котла; они вынесены за пределы котла.

Среда в каждом корпусе от входа в котел до выхода из него движется двумя не перемешивающимися потоками.

Регулирование температуры перегрева пара высокого давления производится впрыском питательной воды, регулирование температуры перегрева пара низкого давления байпасированием паро-парового теплообменника.

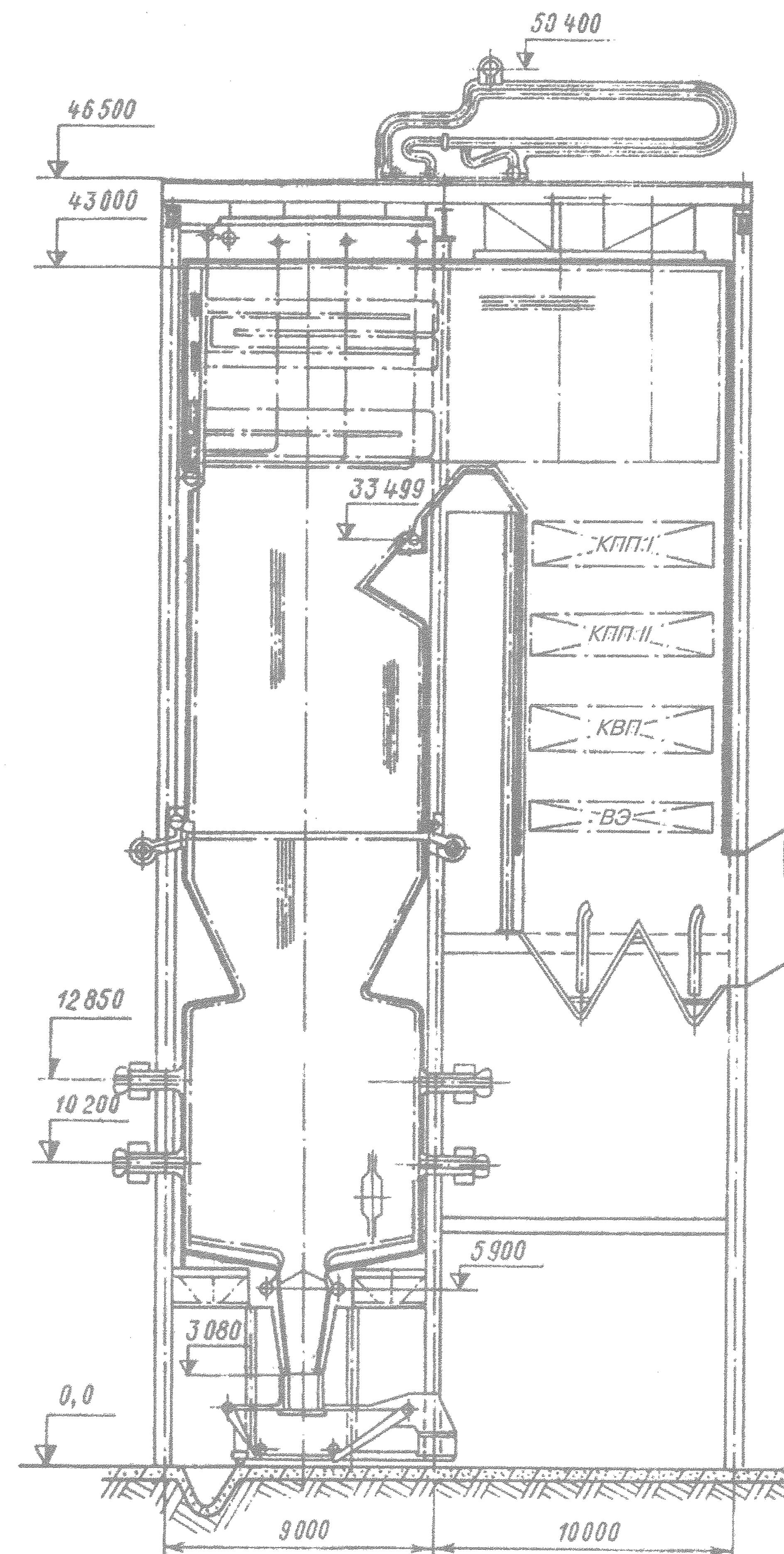
Обмуровка котла выполнена из плит, крепящихся на каркасе.

Котел снабжен необходимой арматурой, устройствами для отбора проб пара и воды, а также контрольно-измерительными приборами. Процессы питания котла, регулирования температуры перегрева пара и горения автоматизированы. Предусмотрены средства тепловой защиты. Котел поставляется крупными транспортабельными блоками.

На Каширской ГРЭС проводится модернизация котла с целью повышения его эксплуатационной надежности и экономичности.

В результате будет достигнуто увеличение паропроизводительности до 1050 т/ч и, соответственно, мощности блока до 330МВт, а также внедрен ряд конструктивных изменений в основных элементах котла и топочный процесс, что позволит снизить до рекомендуемых величин (700 мг/нм^3 на угле и 480 мг/мн^3 на газе).

Основные характеристики котлов и комплектующего оборудования, а также количество котлов, объекты их установки приведены в таблицах.



Котел Пп-1050-255-565/570 (П-50)
Продольный разрез

Основные характеристики котла

Наименование показателя	Единица измерения	Значение
Паропроизводительность: номинальная	т/ч	950
Параметры острого пара за котлом: давление температура	 кгс/см^2 °С	 255 545
Количество пара, проходящего при номинальной мощности через промперегреватель	т/ч	760
Параметры пара до промперегревателя: давление температура	 кгс/см^2 °С	 41,5 330
Параметры пара после промперегревателя: давление температура	 кгс/см^2 °С	 39,5 545
КПД (брутто) при номинальной нагрузке: расчетный гарантийный	%	 92,7 91,0
Температура уходящих газов	°С	117
Температура питательной воды	°С	260
Топливо:		
Основные характеристики: теплота сгорания низшая, $Q_н^р$ зольность, $A^р$ влажность, $W^р$ содержание серы, $S^р$	 ккал/кг % % %	 6550 15,2 5,0 2,7
Расход топлива натурального	т/ч	100,8
Аэродинамическое сопротивление тракта по стороне газовой воздушной	мм вод. ст.	 200 122
Температура в воздухоподогревателе: воздуха на входе воздуха на выходе газов на входе газов на выходе	°С	 30 350 388 117
Воздухоподогреватель: тип – РВП	м	
Габариты котла по осям колонн: ширина глубина	м	 36,0 19,0
Масса металла котлоагрегата: общая под давлением каркаса	т	 4931 1612 -
Удельная металлоемкость: общая под давлением	т/(т/ч)	 4,6 1,7
Коэффициент поставочной блочности	%	81
Полный назначенный срок службы	лет	30
Удельный выброс оксидов азота	мг/нм^3	-
Режим работы котла	-	базовый

Основное и комплектующее оборудование

Наименование	Тип	Изготовитель	Кол-во
Горелки	турбулентные	ЗиО	24
Воздухоподогреватель	РВП-5	ЗиО	4 (по 2 на корпус)
Мельницы	ШБМ-50А	-	3
Питатели сырого угля	ленточные D = 50 т/ч	-	6
Питатели пыли	лопастные	-	3
Тягодутьевое оборудование: дымососы дутьевые вентиляторы вентиляторы горячего дутья дымосос рециркуляции мельничный вентилятор	 ДО-31,5 ВДН-24х2-II - - МВ-100/200	 - - - - -	 2 2 - - 3
Оборудование очистки поверхностей нагрева: экрана пароперегревателя конвективной шахты воздухоподогревателя	 ОГР-Э ОГ-8 дробеочистка ОП	 "Ильмарине" "Ильмарине" "Ильмарине" "Ильмарине"	 70 14 - 8
Шлакоудалитель	-	-	-
Золоуловители: механические электрофильтр	 - электрофильтр ПГД-4-50	 - -	 - 4

Выпуск котлов и объекты их установки

Год выпуска	Кол-во (штук)	Электростанция (страна)	Станц. № котла	Год пуска
1963	1	Криворожская ГРЭС-2 (Украина)	1	1965
1964	3	Криворожская ГРЭС-2	2	1965
			3	1966
			4	1967
1965	1	Каширская ГРЭС	18	1966
1966	1	Каширская ГРЭС	19	1967
1967	1	Каширская ГРЭС	20	1968
1967	1	Черепетская ГРЭС	11	1968

КОТЕЛ ПАРОВОЙ П-52

Котел П-52 предназначен для работы на немецком буром угле в блоке с турбиной мощностью 210 МВт.

Котел высокого давления, с промперегревом, однокорпусный, закрытой Т-образной компоновки, с уравновешенной тягой, с твердым шлакоудалением.

Топочная камера открытая, призматическая, прямоугольного сечения. В нижней ее части на боковых стенах встречно в два яруса расположены 32 пылеогольные щелевые горелки. В верхней части имеется сужение до 6 метров по осям труб.

Топочная камера полностью экранирован. Экраны топки выполнены из труб с помощью комбинированной горизонтальной их навивки и образуют нижнюю (НРЧ), среднюю (СРЧ) и верхнюю (ВРЧ) радиационные части. На выходе из топочной камеры расположен ширмовый пароперегреватель.

Котел имеет две конвективные шахты с одинаковым расположением поверхностей нагрева. В каждой конвективной шахте последовательно по ходу газов расположены конвективный пароперегреватель высокого давления, пароперегреватель низкого давления, переходная зона и экономайзер.

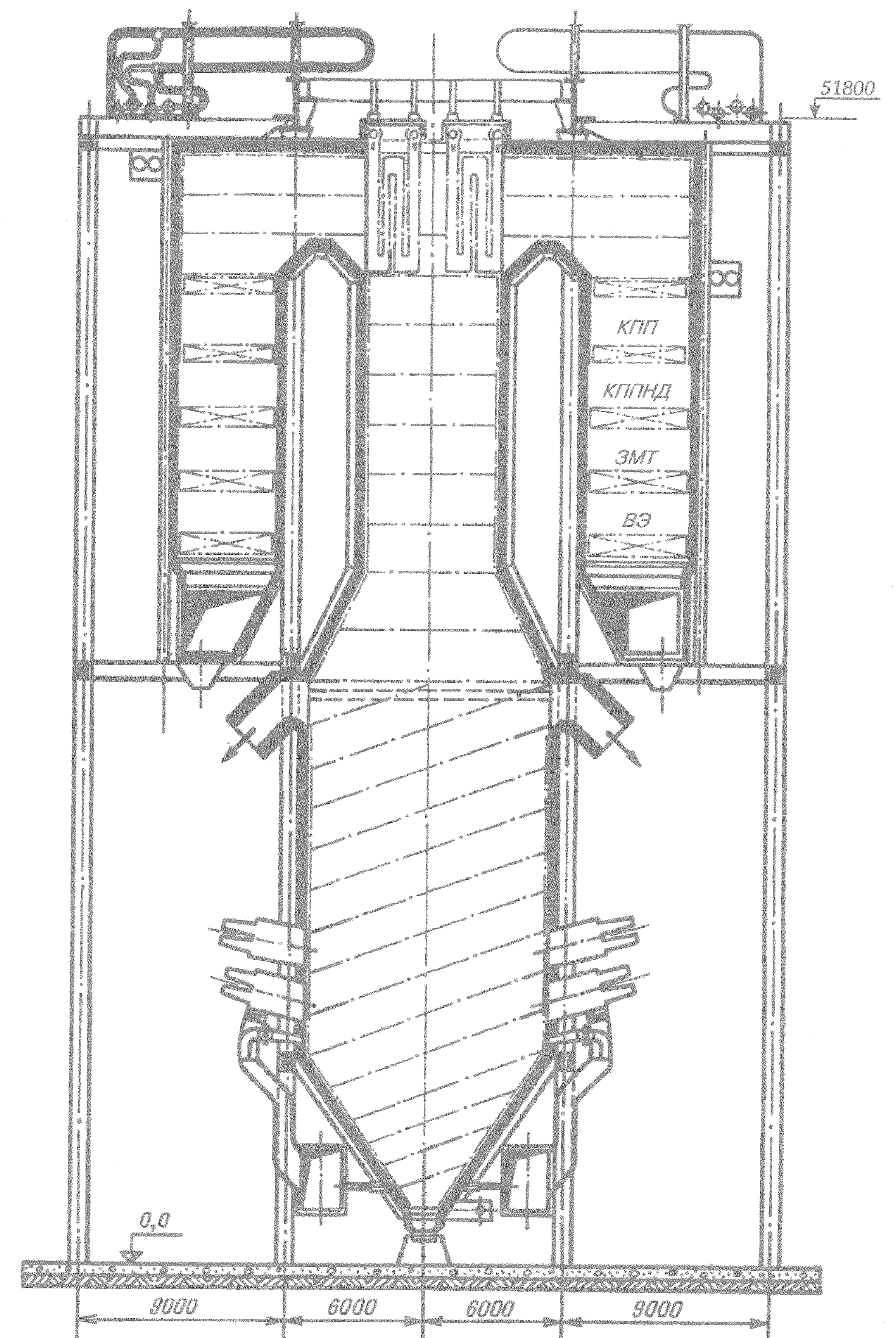
Среда высокого давления от входа в котел до выхода из него движется двумя неперемешивающимися автономно регулируемыми потоками, пар низкого давления регулируется байпасированием паро-парового теплообменника.

Обмуровка котла кирпичная, крепится на каркасе.

Очистка поверхности нагрева топки производится обдувкой.

Котел снабжен необходимой арматурой, устройствами для отбора проб пара и воды, а также контрольно-измерительными приборами. Процессы питания котла, горения и регулирования температуры перегрева пара автоматизированы. Предусмотрены средства тепловой защиты. Котел поставляется транспортабельными блоками.

Основные характеристики котлов и комплектующего оборудования, а также количество котлов, объекты их установки даны в таблицах.



Котел Пп-660-140 (П-52)
Поперечный разрез

Основные характеристики котла

Наименование показателя	Единица измерения	Значение
Паропроизводительность: номинальная	т/ч	660
Параметры острого пара за котлом: давление температура	 кгс/см² °С	 140 545
Количество пара, проходящего при номинальной мощности через промперегреватель	т/ч	557
Параметры пара до промперегревателя: давление температура	 кгс/см² °С	 26,9 333
Параметры пара после промперегревателя: давление температура	 кгс/см² °С	 25,5 545
КПД (брутто) при номинальной нагрузке: расчетный гарантийный	%	 87,0 87 ± 1
Температура уходящих газов	°С	159
Температура питательной воды	°С	240
Топливо: тип – румынские каменные угли		
Основные характеристики: теплота сгорания низшая, Q_H^p зольность, A^p влажность, W^p содержание серы, S^p	 ккал/кг % % %	 1900 7,1 56,3 0,59
Расход топлива натурального	т/ч	260,4
Аэродинамическое сопротивление тракта по стороне газовой воздушной	мм вод. ст.	 225 161
Температура в воздухоподогревателе: воздуха на входе воздуха на выходе газов на входе газов на выходе	°С	 86 280 299 159
Воздухоподогреватель: тип – РВП	м	d_p = 9,8
Габариты котла по осям колонн: ширина глубина	м	 36,0 24,0
Масса металла котлоагрегата: общая под давлением каркаса	т	 6138 1699 2392
Удельная металлоемкость: общая под давлением	т/(т/ч)	 9,3 2,57
Коэффициент поставочной блочности	%	91,1
Полный назначенный срок службы	лет	30
Удельный выброс оксидов азота	мг/нм³	-
Режим работы котла	-	базовый

Основное и комплектующее оборудование

Наименование	Тип	Изготовитель	Кол-во
Горелки	щелевые	ЗиО	32
Воздухоподогреватель	РВП-9	ЗиО	4
Мельницы	Мельницы-вентиляторы 33Г/2	-	8
Питатели сырого угля	пластинчатые	СТЗ	8
Питатели пыли	-	-	-
Тягодутьевое оборудование: дымососы дутьевые вентиляторы вентиляторы горячего дутья дымосос рециркуляции мельничный вентилятор	 - - - - -	 - - - - -	 - - - - -
Оборудование очистки поверхностей нагрева: экрана пароперегревателя конвективной шахты воздухоподогревателя	 ОПР-5-58 ОГМ - ОП	 “Ильмарине” “Ильмарине” - “Ильмарине”	 58 12 - 8
Шлакоудалитель	-	-	-
Золоуловители: механические электрофильтр	 - электрофильтр	 - -	 1 компл. -

Выпуск котлов и объекты их установки

Год выпуска	Кол-во (штук)	Электростанция (страна)	Станц. № котла	Год пуска
1968	2	ТЭС “Тирбах” (Германия)	1	1969
			2	1970
1969	2	ТЭС “Тирбах”	3	1970
			4	1971
1969	1	ТЭС “Боксберг” (Германия)	1	1970
1970	3	ТЭС “Боксберг”	2	1971
			3	1971
			4	1972
1971	2	ТЭС “Боксберг”	5	1972
			6	1972

КОТЕЛ ПАРОВОЙ П-55

Котел П-55 предназначен для работы на каменном угле и природном газе в блоке с паровой турбиной мощностью 210 МВт.

Котел высокого давления, с промперегревом, прямоточный, двухкорпусный, закрытой П-образной компоновки, с уравновешенной тягой, с твердым шлакоудалением, для установки в районах с сейсмичностью 7 баллов.

Топочная камера каждого корпуса открытая, прямоугольного сечения, полностью экранирована трубами. На боковых стенах встречно в два яруса расположены турбулентные горелки (по четыре на каждой стене). В верхней части топочной камеры имеется аэродинамический выступ. Экраны топочной камеры выполнены в виде горизонтально-подъемных панелей и образуют по высоте нижнюю (НРЧ), среднюю (СРЧ) и верхнюю (ВРЧ-I и ВРЧ-II) радиационные части.

Котел имеет две одинаковые конвективные шахты. В соединительном газоходе каждого корпуса установлены вертикальные ширмы.

В опускных конвективных газоходах каждого корпуса последовательно по ходу газов расположены следующие поверхности нагрева: конвективный пароперегреватель высокого давления, конвективный пароперегреватель низкого давления, переходная зона, экономайзер и трехходовой трубчатый воздухоподогреватель.

Среда высокого давления от входа в котел до выхода из него движется двумя автономно регулируемыми неперемешивающимися потоками, среда низкого давления - четырьмя параллельными потоками.

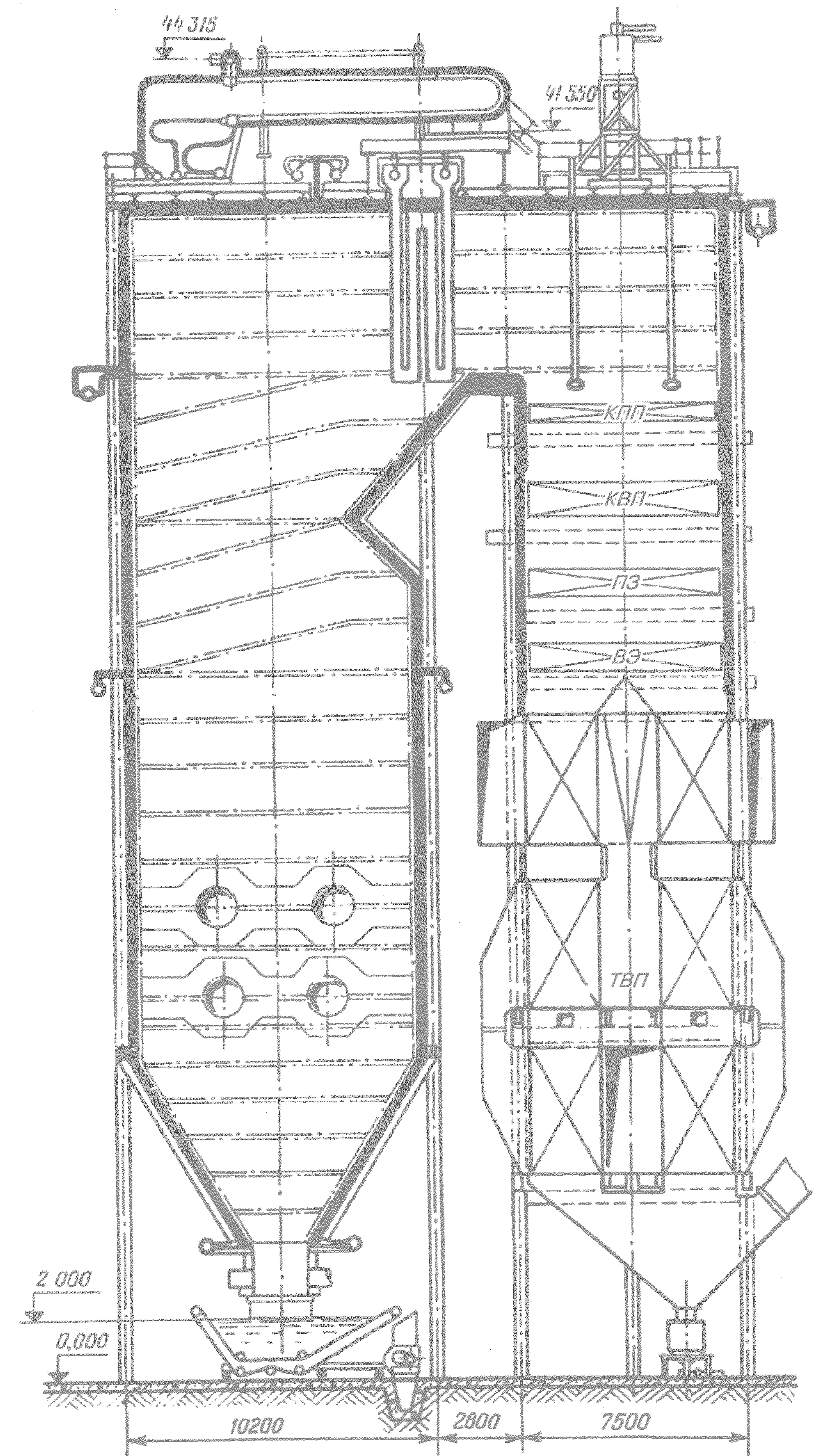
Регулирование температуры пара высокого давления производится тремя впрысками, регулирование температуры пара низкого давления байпасированием паро-парового теплообменника.

Обмуровка котла кирпичная с обшивкой.

Очистка радиационных поверхностей нагрева от золовых отложений производится обдувочными аппаратами; конвективные пакеты очищаются дробеочисткой.

Котел снабжен необходимой арматурой, устройствами для отбора проб пара и воды, а также контрольно-измерительными приборами. Процессы питания котла, регулирования температуры перегрева пара и горения автоматизированы. Предусмотрены средства тепловой защиты котла. Котельный агрегат поставляется транспортабельными блоками.

Основные характеристики котлов и комплектующего оборудования, а также количество котлов и объекты их установки приведены в таблицах.



Котел Пп-660-140-550 (П-55)
Продольный разрез

Основные характеристики котла

Наименование показателя	Единица измерения	Значение
Паропроизводительность: номинальная	т/ч	660
Параметры острого пара за котлом:		
давление	кгс/см²	140
температура	°С	550
Количество пара, проходящего при номинальной мощности через промперегреватель	т/ч	570
Параметры пара до промперегревателя:		
давление	кгс/см²	28
температура	°С	339
Параметры пара после промперегревателя:		
давление	кгс/см²	26
температура	°С	550
КПД (брутто) при номинальной нагрузке:	%	
расчетный		90,3
гарантийный		-
Температура уходящих газов	°С	151
Температура питательной воды	°С	240
Топливо: тип – румынские каменные угли		
Основные характеристики:		
теплота сгорания низшая, $Q_н^р$	ккал/кг	3700
зольность, $A^р$	%	35,6
влажность, $W^р$	%	11,0
содержание серы, $S^р$	%	1,8
Расход топлива натурального	т/ч	132,2
Аэродинамическое сопротивление тракта по стороне	мм вод. ст.	
газовой		128,3
воздушной		167,3
Температура в воздухоподогревателе:	°С	
воздуха на входе		59
воздуха на выходе		315
газов на входе		-
газов на выходе		151
Воздухоподогреватель: тип – ТВП		
Габариты котла по осям колонн:	м	
ширина		35,2
глубина		20,5
Масса металла котлоагрегата:	т	
общая		3805
под давлением		1080
каркаса		1725
Удельная металлоемкость:	т/(т/ч)	
общая		5,76
под давлением		1,63
Коэффициент поставочной блочности	%	92,0
Полный назначенный срок службы	лет	30
Удельный выброс оксидов азота	мг/нм³	-
Режим работы котла	-	базовый

Основное и комплектующее оборудование

Наименование	Тип	Изготовитель	Кол-во
Горелки	турбулентные	ЗиО	16
Воздухоподогреватель	ТВП	ЗиО	-
Привод РВП	-	-	-
Мельницы	ММТ-2000/2590/730К	СТЗ	4
Питатели сырого угля	питатели	-	-
Питатели пыли	-	-	-
Тягодутьевое оборудование:			
дымососы	ДОД-31,5	"Сибэнергомаш"	2
дутьевые вентиляторы	ВДН-32Б	"Сибэнергомаш"	2
вентиляторы горячего дутья	ВГД-13,5	"Сибэнергомаш"	2
дымосос рециркуляции	-	-	-
мельничный вентилятор	-	-	-
Оборудование очистки поверхностей нагрева:			
экрана	ОПР-5-58	"Ильмарине"	52
пароперегревателя	Устройство для виброочистки	ЗиО	1
конвективной шахты	дробеочистка	"Ильмарине"	1 конт.
воздухоподогревателя	-	-	-
Шлакоудалитель	-	-	-
Золоуловители:			
механические	Циклоны НИИОГАЗ d = 1600 мм	-	-
электрофильтр	электрофильтр	-	1 компл.

Выпуск котлов и объект их установки

Год выпуска	Кол-во (штук)	Электростанция (страна)	Станц. № котла	Год пуска
1968	3	ТЭС "Дева" (Румыния)	1	1969
			2	1970
			3	1970
1969	1	ТЭС "Дева"	4	1971
1975	1	ТЭС "Дева"	5	1977
1978	1	ТЭС "Дева"	6	1982

КОТЕЛ ПАРОВОЙ П-56

Котел П-56 предназначен для работы на мазуте и природном газе в блоке с паровой турбиной мощностью 210 МВт.

Котел высокого давления, с промперегревом, прямоточный, двухкорпусный, П-образной компоновки, с уравновешенной тягой, для установки в районах с сейсмичностью 8 баллов.

Топочная камера каждого корпуса котла открытая, призматическая, на боковых ее стенах встречно в один ярус расположено 4 горелки (по две на каждой стене).

Топочная камера полностью экранирована. Экраны выполнены в виде горизонтально-подъемных панелей и образуют по высоте нижнюю радиационную (НРЧ), среднюю (СРЧ-I и СРЧ-II) и верхнюю радиационные (ВРЧ-I и ВРЧ-II) части.

Котел имеет две одинаковые конвективные шахты.

В каждом конвективном газоходе последовательно по ходу газов расположены следующие поверхности нагрева: конвективный пароперегреватель высокого давления I и II ступеней, конвективные пароперегреватель низкого давления, переходная зона и экономайзер.

Среда высокого давления от входа в котел до выхода из него движется двумя параллельными автономно регулируемыми потоками (по одному на корпус), среда низкого давления четырьмя параллельными потоками.

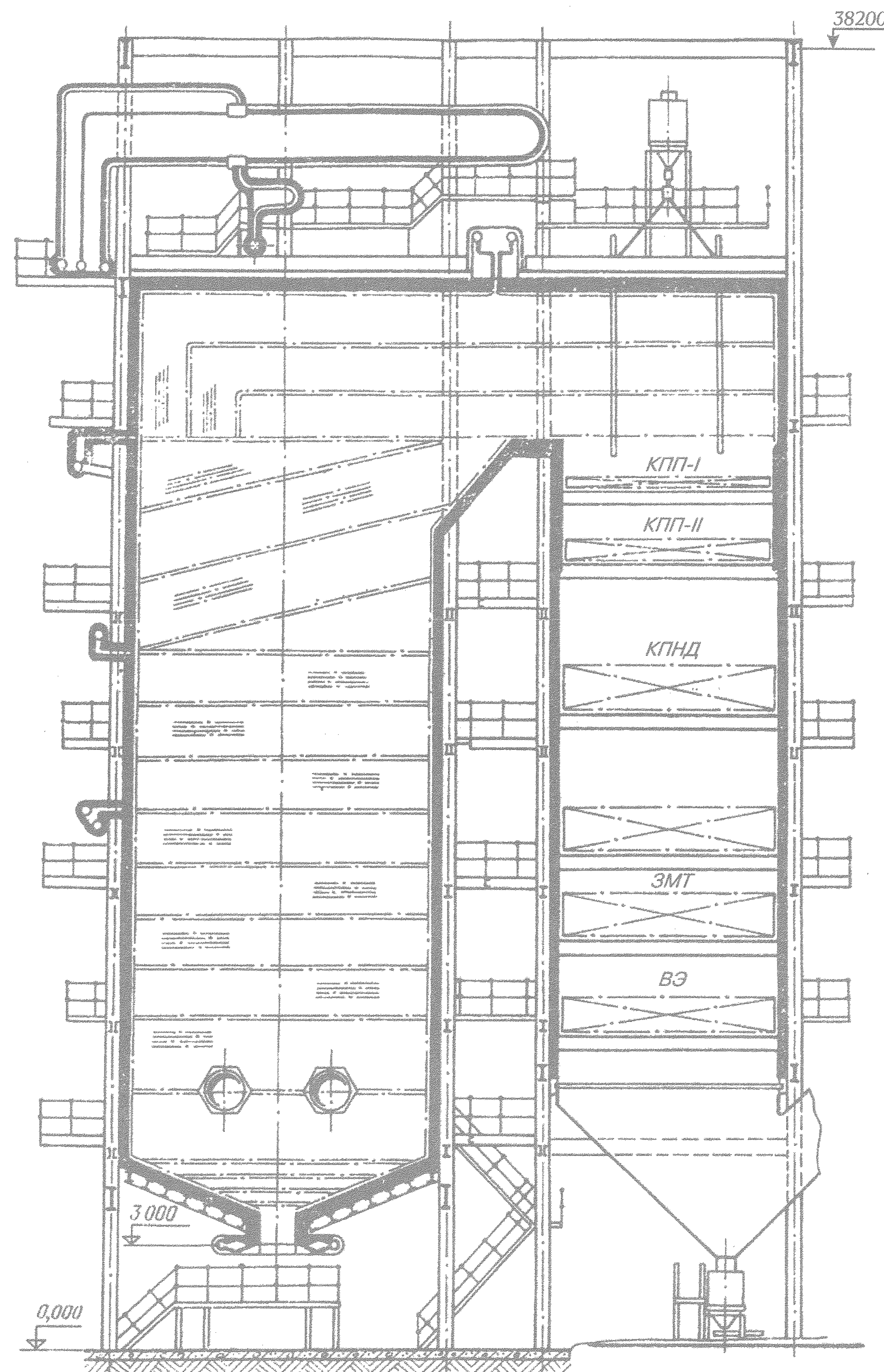
Регулирование температуры перегрева пара высокого давления производится впрысками питательной воды, регулирование температуры перегрева пара низкого давления байпасированием паро-парового теплообменника и подачей газов рециркуляции в нижнюю часть топки. Для подогрева воздуха применены регенеративные воздухоподогреватели с диаметром ротора 7200 мм, установленные по одному на каждом корпусе котла и вынесенные за пределы котельной.

Обмуровка кирпичная, облегченная, с обшивкой.

Для очистки поверхности нагрева от золовых отложений предусмотрены два контура дробеочистки. Регенеративный воздухоподогреватель имеет устройства для обдувки и промывки.

Котел снабжен необходимой арматурой, устройствами для отбора проб пара и воды, а также контрольно-измерительными приборами. Процессы питания котла, регулирования температуры перегрева пара и горения автоматизированы. Предусмотрены средства тепловой защиты. Котельный агрегат поставляется транспортабельными блоками.

Основные характеристики котлов и комплектующего оборудования, а также количество их и объекты установки приведены в таблицах.



Котел Пп-670-140-540 (П-56-1)
Продольный разрез

Основные характеристики котла

Наименование показателя	Единица измерения	Значение
Паропроизводительность: номинальная	т/ч	670
Параметры острого пара за котлом: давление температура	 кгс/см² °С	 140 540
Количество пара, проходящего при номинальной мощности через промперегреватель	т/ч	580
Параметры пара до промперегревателя: давление температура	 кгс/см² °С	 28 330
Параметры пара после промперегревателя: давление температура	 кгс/см² °С	 25,8 540
КПД (брутто) при номинальной нагрузке: расчетный гарантийный	%	 93,3 92,0
Температура уходящих газов	°С	141
Температура питательной воды	°С	240
Топливо: тип – мазут,газ		
Основные характеристики: теплота сгорания низшая, $Q_н^р$ зольность, $A^р$ влажность, $W^р$ содержание серы, $S^р$	 ккал/кг % % %	 9300 0,5 2 3,5
Расход топлива натурального	т/ч	51,0
Аэродинамическое сопротивление тракта по стороне газовой воздушной	мм вод. ст.	 212,6 282,7
Температура в воздухоподогревателе: воздуха на входе воздуха на выходе газов на входе газов на выходе	°С	 71 250 308 141
Воздухоподогреватель: тип – РВП	м	$d_р$ = 7,2
Габариты котла по осям колонн: ширина глубина	м	 25 19,3
Масса металла котлоагрегата: общая под давлением каркаса	т	 2975 1165 834
Удельная металлоемкость: общая под давлением	т/(т/ч)	 4,5 1,74
Коэффициент поставочной блочности	%	88,5
Полный назначенный срок службы	лет	30
Удельный выброс оксидов азота	мг/нм³	-
Режим работы котла	-	базовый

Основное и комплектующее оборудование

Наименование	Тип	Изготовитель	Кол-во
Горелки	Газомазутные, мазутные	ЗиО	8
Воздухоподогреватель	ВПР-8	ЗиО	2
Привод РВП	-	-	-
Тягодутьевое оборудование: дымососы дутьевые вентиляторы вентиляторы горячего дутья дымосос рециркуляции мельничный вентилятор	 ДОД-28,6ГМ ВДН-25х32Б ВГД-15,5У ВГД-15,5У -	 "Сибэнергомаш" "Сибэнергомаш" "Сибэнергомаш" "Сибэнергомаш" -	 2 2 2 1 -
Оборудование очистки поверхностей нагрева: экрана пароперегревателя конвективной шахты воздухоподогревателя	 - - дробеочистка ОП	 - - "Ильмарине" "Ильмарине"	 - - 1 конт. 4

Выпуск котлов и объекты их установки

Год выпуска	Кол-во (штук)	Электростанция (страна)	Станц. № котла	Год пуска
1967	1	ТЭС "Сисак" (Югославия)	1	1970
1969	1	ТЭС "Сисак"	2	1975
1974	1	ТЭС "Скопле" (Югославия)	1	1978
1969	1	ТЭС "Керацини" (Греция)	1	1971
1970	1	ТЭС "Кишкань-Браила" (Румыния)	1	1973
1971	1	ТЭС "Кишкань-Браила"	2	1974
1971	1	ТЭС "Кишкань-Браила"	3	1974

КОТЕЛ ПАРОВОЙ П-57-Р

Котельный агрегат предназначен для работы на высокозольныъх экибастузских каменных углях в блоке с турбиной мощностью 500 МВт.

Котел прямоточный, сверхкритического давления, с промперегре вом, однокорпусный, Т-образной компоновки, с уравновешенной тягой, с твердым шлакоудалением, размещен в здании.

Топочная камера открытая , призматическая, прямоугольного сечения, экранирована вертикальными панелями из плавниковых труб и оборудована 24 пылеугольными вихревыми горелками, расположенными встречно в два яруса на боковых станах топки.

Для снижения средней и локальной температуры газов на выходе из топки в верхней ее части установлены двухсветные L-образные экраны.

В экранированных горизонтальных газоходах размещены ширмовые пароперегреватели. Далее по ходу газов, в опускных конвективных шахтах располагаются выходные конвективные пароперегреватели первичного и промежуточного пара, холодная ступень промперегревателя и водяной экономайзер.

Для подогрева воздуха используется крупноблочный вынесенный в отдельное здание трубчатый воздухоподогреватель с движением воздуха по оригинальной схеме: Z перекрест в два хода.

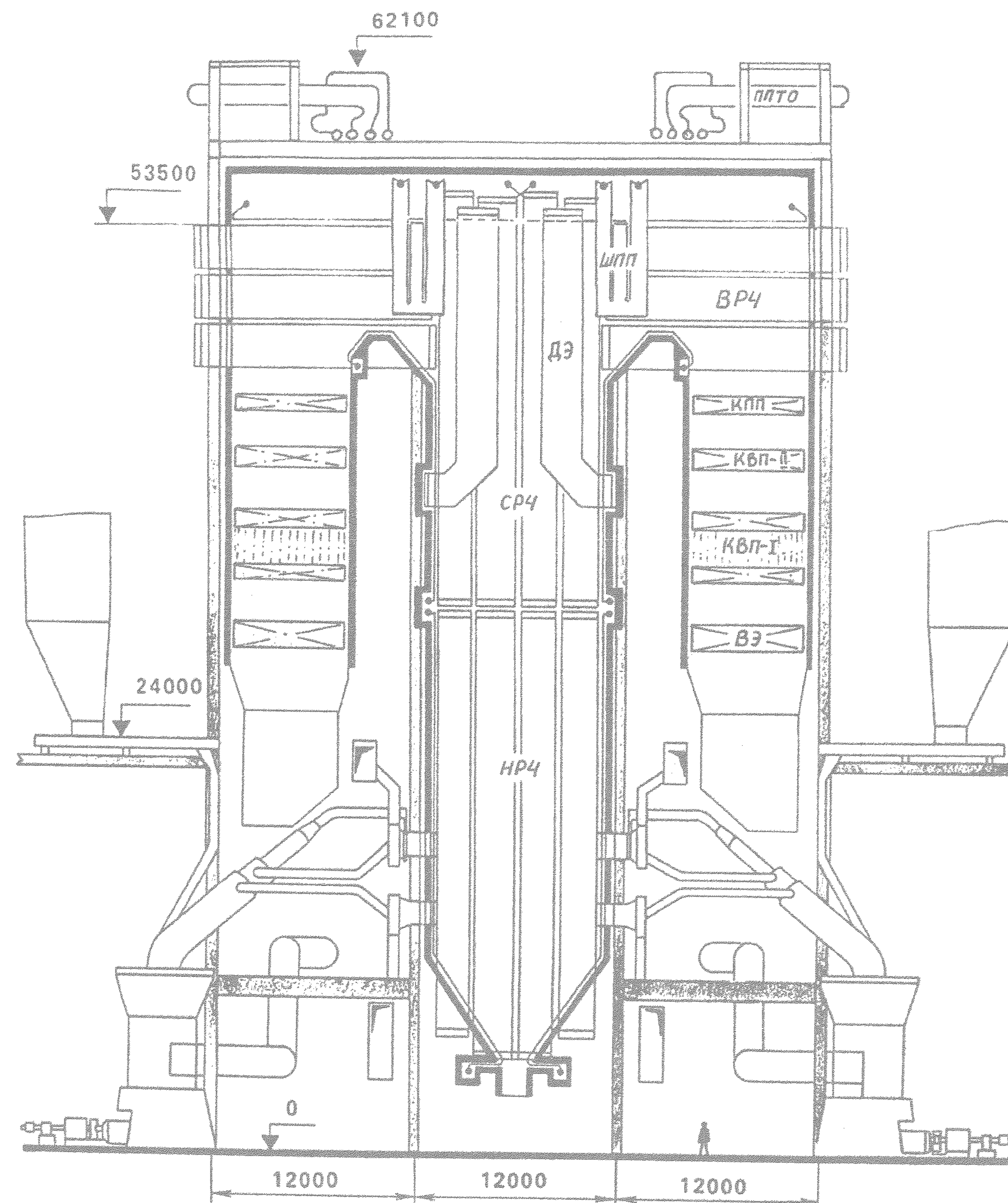
Система пылеприготовления с прямым вдуванием топлива и установкой шести среднеходных мельниц.

Регулирование температуры перегрева первичного пара осуществляется изменениями соотношения топливо-вода и подрегулировкой двумя впрыскам и питательной воды. Регулирование температуры перегрева промежуточного пара производится байпасированием паро-парового теплообменника и впрыском питательной воды в особых режимах.

Тракт первично пара котла состоит из двух самостоятельно регулируемых потоков: тракт промежуточного пара из четырех.

Учитывая высокую зольность экибастузского угля (45-55 % на сухую массу) и его абразивность, в проекте котла применен ряд прогрессивных технических решений, направленных на обеспечение устойчивого воспламенения пыли, глубокого ее выжига, предотвращения абразивного износа пылепроводов, конвективных поверхностей нагрева и газоходов.

Основные характеристики котла и комплектующего оборудования, а также количество котлов, объекты их установки приведены в таблицах. Указаны также особенности модификаций котлов.



Котел Пп-1650-255-545 (П-57-Р)
Поперечный разрез

Основные характеристики котла

Наименование показателя	Единица измерения	Значение
Паропроизводительность: номинальная	т/ч	1650
Параметры острого пара за котлом: давление температура	 кгс/см² °С	 255 545
Количество пара, проходящего при номинальной мощности через промперегреватель	т/ч	1364
Параметры пара до промперегревателя: давление температура	 кгс/см² °С	 42 328
Параметры пара после промперегревателя: давление температура	 кгс/см² °С	 40 545
КПД (брутто) при номинальной нагрузке: расчетный гарантийный	%	 90,5 91,74
Температура уходящих газов	°С	145
Температура питательной воды	°С	277
Топливо: тип – экибастузские угли		
Основные характеристики: теплота сгорания низшая, Q_H^p зольность, A^p влажность, W^p содержание серы, S^p	 ккал/кг % % %	 3450 47,4 9,0 0,6
Расход топлива натурального	т/ч	327
Аэродинамическое сопротивление тракта по стороне газовой воздушной	мм вод. ст.	 142 217,5
Температура в воздухоподогревателе: воздуха на входе воздуха на выходе газов на входе газов на выходе	°С	 50 328 371 145
Воздухоподогреватель: тип – ТВП		
Габариты котла по осям колонн: ширина глубина	м	 36 24
Масса металла котлоагрегата: общая под давлением каркаса	т	 9700 2870 -
Удельная металлоемкость: общая под давлением	т/(т/ч)	 5,88 1,74
Коэффициент поставочной блочности	%	82,4
Полный назначенный срок службы	лет	-
Удельный выброс оксидов азота	мг/нм³	-
Режим работы котла	-	базовый

Основное и комплектующее оборудование

Наименование	Тип	Изготовитель	Кол-во
Горелки	вихревые	ЗиО	24
Воздухоподогреватель	ТВП	ЗиО	-
Привод РВП	-	-	-
Мельницы	ММТ-2600/2550/590К	СТЗ	8
Питатели сырого угля	СПУ-900/7000	СТЗ	8
Тягодутьевое оборудование: дымососы дутьевые вентиляторы вентиляторы горячего дутья дымосос рециркуляции мельничный вентилятор	 ДОД-43 ВДОД-31,5; ВДН-24-2У ВГДН-15; ВГДН-21 - -	 "Сибэнергомаш" "Сибэнергомаш" ХЗЭМ, Артемовский машзавод - -	 2 2; 2 1; 1 - -
Оборудование очистки поверхностей нагрева: экрана пароперегревателя конвективной шахты воздухоподогревателя	 - - - -	 - - - -	 - - - -
Шлакоудалитель	шнековый	ЗиО	-
Золоуловители: механические электрофильтр	 - электрофильтр со скруббером	 - -	 - 1 комп.

Выпуск котлов и объекты их установки

Год выпуска	Кол-во (штук)	Электростанция (страна)	Станц. № котла	Год пуска
1972	1	Троицкая ГРЭС	11 (П-57)	1974
1975	1	Троицкая ГРЭС	12 (П-57-1)	1976
1975	2	Рефтинская ГРЭС	7 (П-57-2)	1977
			8 (П-57-2)	1978
1977	1	Рефтинская ГРЭС	9 (П-57-3)	1979
1979	1	Рефтинская ГРЭС	10 (П-57-3)	1981
1977	1	Экибастузская ГРЭС-1 (Казахстан)	1 (П-57-3)	1980
1978	1	Экибастузская ГРЭС-1	2 (П-57-3)	1980
1979	1	Экибастузская ГРЭС-1	3 (П-57-3М)	1981
1980	2	Экибастузская ГРЭС-1	4 (П-57-3М)	1982
			5 (П-57-3М)	1983
1981	3	Экибастузская ГРЭС-1	6 (П-57-3М)	1983
			7 (П-57-3М)	1984
			8 (П-57-3М)	1984
1985	1	Экибастузская ГРЭС-2	1 (П-57-Р)	1991
1989	1	Экибастузская ГРЭС-2	2 (П-57-Р)	1993

Отличительные особенности модификаций котла

П-57-1. В связи с изменением характеристик топлива были изменены конструкции ширмового и конвективных пароперегревателей.

П-57-2. Изменение характеристик золы топлива потребовало увеличения поверхности СРЧ и потолочного экрана для обеспечения устойчивой работы топки и горизонтального газохода.

П-57-3. Замена РВП на ТВП, как более устойчивого к золовому износу, позволившего также снизить температуру уходящих газов, что повысило КПД электрофильтров и снизило выброс золы.

П-57-3М. Топливо ухудшенных характеристик с пониженной теплотворной способностью. Уменьшена поверхность СРЧ, увеличены НРЧ и ВРЧ. Исключена переходная зона; установлен экономайзер II ст.

КОТЕЛ ПАРОВОЙ П-59

Котел П-59 предназначен для работы на низкосортном подмосковном буром угле в блоке с турбиной мощностью 300 МВт.

Котел сверхкритического давления, с промперегрвевом, прямоточный, однокорпусный, Т-образной компоновки, с уравновешенной тягой, с твердым шлакоудалением.

Топочная камера открытая, призматическая, прямоугольного сечения оборудована 32 пылеугольными горелками МЭИ с тонкими струями, установленными в два яруса по высоте на боковых стенах топки; расположение горелок встречно-смещённое. Топочная камера полностью экранирована трубами.

По высоте экраны топки разделены на четыре части: нижнюю (НРЧ), среднюю (СРЧ) и две верхние (ВРЧ) радиационные части. В НРЧ и СРЧ трубы поверхности нагрева расположены вертикально. Движение пароводяной смеси подъемно. Трубы ВРЧ расположены горизонтально. Скаты верхней части топочной камеры экранированы наклонно-горизонтальными трубами в виде петель. В горизонтальных газоходах котла, соединяющих топочную камеру с конвективными шахтами, установлен вертикальный ширмовый пароперегреватель I и II ступеней.

Котел имеет две одинаковые конвективные шахты. По ходу газов в них расположены следующие поверхности нагрева: конвективный пароперегреватель высокого давления, конвективный промперегреватель II и I ступеней, зона максимальной теплоемкости. Затем расположена II ступень трубчатого воздухоподогревателя, экономайзер и I ступень трехходового трубчатого воздухоподогревателя, Змеевики конвективных поверхностей нагрева расположены перпендикулярно фронту котла.

Среда в тракте высокого давления от входа в котел до выхода из него движется двумя параллельными автономно регулируемыми потоками; в тракте низкого давления четырьмя параллельными потоками.

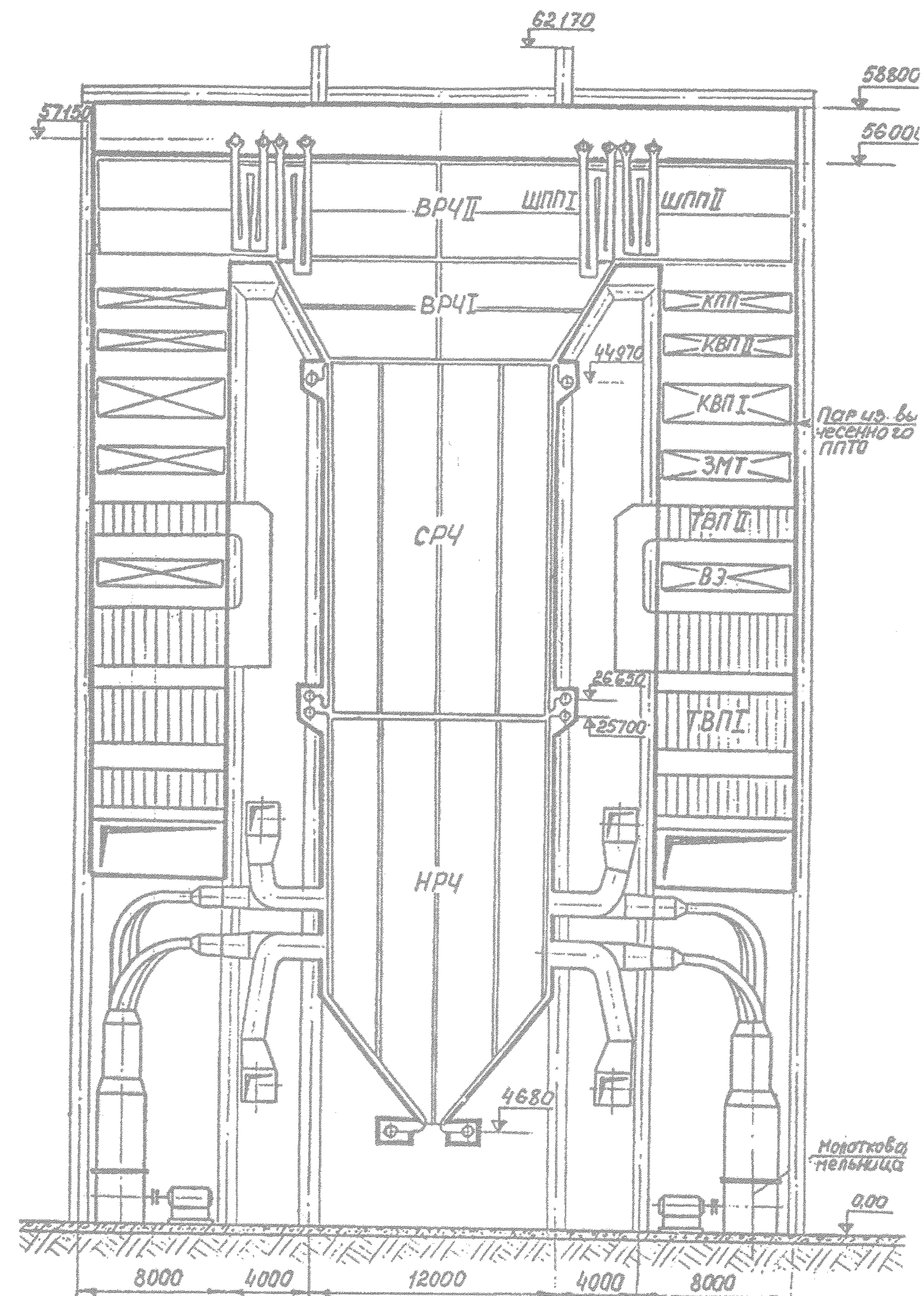
Регулирование температуры перегрева пара высокого давления производится впрысками, а температуры перегрева пара низкого давления байпасированием паро-парового теплообменника.

Пылеприготовление выполнено по схеме прямого вдувания с восьмью молотковыми мельницами и воздушной сушкой топлива.

Обмуровка котла выполнена из плит.

Котел снабжен необходимой арматурой, устройствами для отбора проб пара и воды, а также контрольно-измерительными приборами. Процессы питания котла, регулирования температуры перегрева пара и горения автоматизированы. Котел поставляется крупными транспортабельными блоками.

Основные характеристики котлов, и комплектующего оборудования, а также объект их установки указаны в таблицах.



Котел Пп-990-255-545 (П-59)
Поперечный разрез

Основные характеристики котла

Наименование показателя	Единица измерения	Значение
Паропроизводительность: номинальная	т/ч	990
Параметры острого пара за котлом: давление температура	 кгс/см² °С	 255 545
Количество пара, проходящего при номинальной мощности через промперегреватель	т/ч	-
Параметры пара до промперегревателя: давление температура	 кгс/см² °С	 42 308
Параметры пара после промперегревателя: давление температура	 кгс/см² °С	 39,5 545
КПД (брутто) при номинальной нагрузке: расчетный гарантийный	%	 91 -
Температура уходящих газов	°С	150
Температура питательной воды	°С	268
Топливо:		
Основные характеристики: теплота сгорания низшая, Q_H^p зольность, A^p влажность, W^p содержание серы, S^p	 ккал/кг % % %	 2530 28,8 34,0 3,04
Расход топлива натурального	т/ч	265,4
Аэродинамическое сопротивление тракта по стороне газовой воздушной	мм вод. ст.	 113,4 142,2
Температура в воздухоподогревателе: воздуха на входе воздуха на выходе газов на входе газов на выходе	°С	 50 438 - 150
Воздухоподогреватель: тип – ТВП		
Габариты котла по осям колонн: ширина глубина	м	 36 24
Масса металла котлоагрегата: общая под давлением каркаса	т	 8182 3751 -
Удельная металлоемкость: общая под давлением	т/(т/ч)	 8,26 3,79
Коэффициент поставочной блочности	%	82,3
Полный назначенный срок службы	лет	30
Удельный выброс оксидов азота	мг/нм³	-
Режим работы котла	-	базовый

Основное и комплектующее оборудование

Наименование	Тип	Изготовитель	Кол-во
Горелки	Щелевые типа МЭИ	ЗиО	32
Воздухоподогреватель	ТВП	ЗиО	-
Привод РВП	-	-	-
Мельницы	ММТ-2000/2690/735	СТЗ	8
Питатели сырого угля	КПСУ-50	СТЗ	8
Тягодутьевое оборудование: дымососы дутьевые вентиляторы вентиляторы горячего дутья дымосос рециркуляции мельничный вентилятор	 ДОД-41 ВДН-25х2-11 ВГД-20У - -	 “Сибэнергомаш” “Сибэнергомаш” “Сибэнергомаш” - -	 2 2 2 - -
Оборудование очистки поверхностей нагрева: экрана пароперегревателя конвективной шахты воздухоподогревателя	 ОМ-0,35 - - -	 “Ильмарине” - - -	 148 - - -
Шлакоудалитель	шнековый	ЗиО	6
Золоуловители: механические электрофильтр	 - электрофильтр	 - -	 - 1 комп.

Выпуск котлов и объект их установки

Год выпуска	Кол-во (штук)	Электростанция (страна)	Станц. № котла	Год пуска
1972	1	Рязанская ГРЭС	1	1973
1973	3		2	1974
			3	1974
			4	1974

КОТЕЛ ПАРОВОЙ П-60

Котел П-60 предназначен для работы на немецких бурых углях с турбиной мощностью 210 МВт.

Котел высокого давления, с промперегревом, прямоточный, однокорпусный, полуоткрытой Т-образной компоновки, с уравновешенной тягой, с твердым шлакоудалением.

Топочная камера в нижней части имеет восьмигранное сечение, переходящее в верхней части в четырехгранник. На шести боковых стенах восьмигранника в два яруса встречно расположены 24 щелевые пылеугольные горелки. В верхней части топочной камеры на шести вертикальных гранях выполнена объемная разводка экранных труб под газозаборные окна. Топочная камера полностью экранирована. Экраны выполнены из труб путем их горизонтальной двухленточной навивки и образуют по высоте нижнюю (НРЧ), среднюю (СРЧ) и верхнюю (ВРЧ) радиационные части. На выходе из топочной камеры в соединительных газоходах находится ширмовый пароперегреватель.

Котел имеет две конвективные шахты с одинаковым расположением поверхностей нагрева. В каждой конвективной шахте последовательно по ходу газов установлены конвективный пароперегреватель высокого давления, конвективный пароперегреватель низкого давления, переходная зона, экономайзер II и I ступеней.

Среда высокого давления от входа в котел до выхода из него движется двумя неперемешивающимися автономно регулируемыми потоками.

Регулирование температуры перегрева пара высокого давления производится впрыском питательной воды. Регулирование температуры перегрева пара низкого давления байпасированием паро-парового теплообменника.

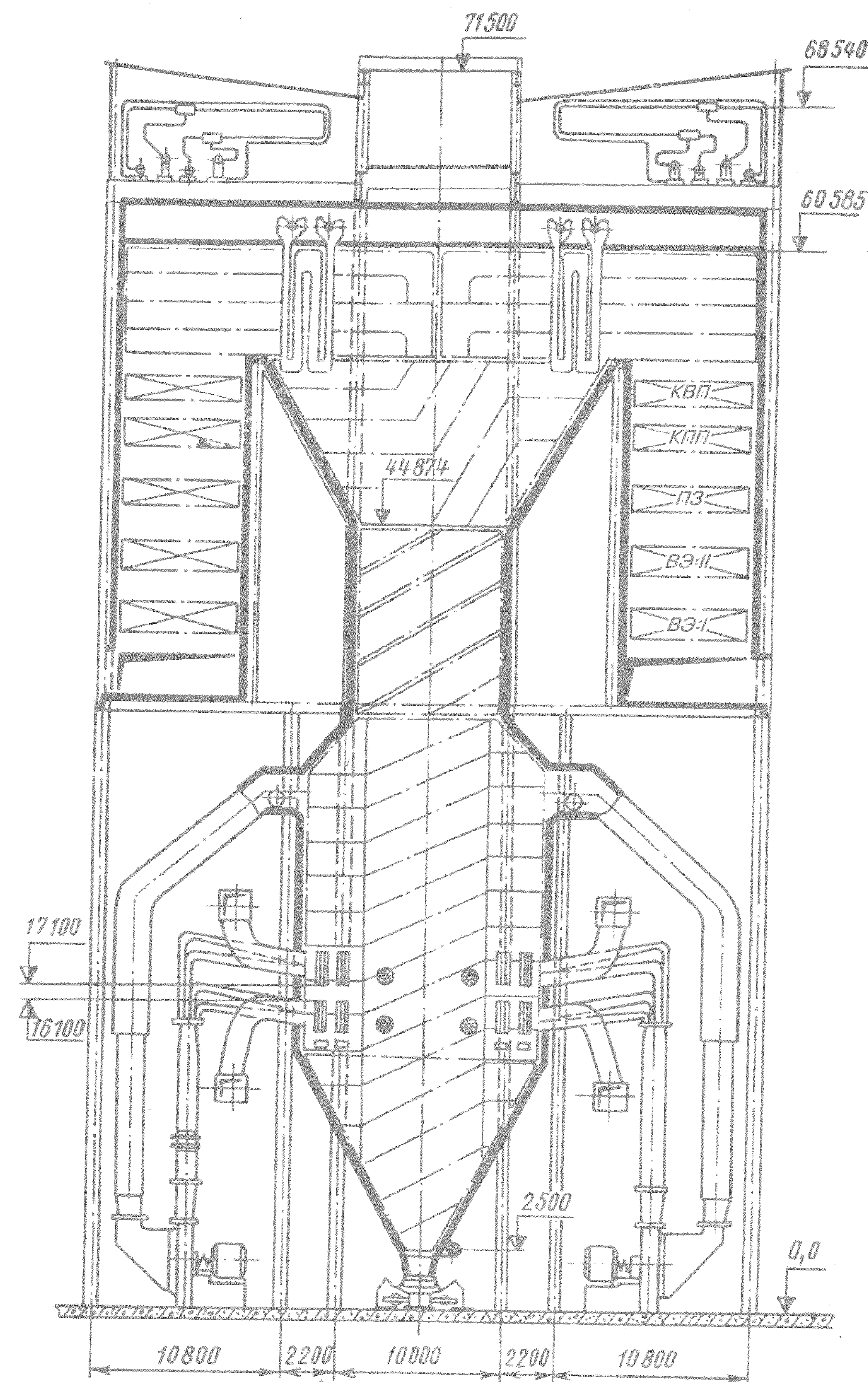
Для подготовки топлива к сжиганию применена индивидуальная разомкнутая система пылеприготовления, включающая в себя шесть мельниц-вентиляторов с инерционными сепараторами.

Обмуровка котла кирпичная и плитная. Изоляционный слой обмуровки выполняется из известняково-керамзитовых плит. Плотность газового тракта котла достигается за счет наружной металлической обшивки.

Очистка поверхностей нагрева топки производится обдувочными аппаратами.

Котел снабжен необходимой запорной регулирующей и дроссельной арматурой, устройствами отбора проб пара и воды, а также контрольно-измерительными приборами. Процессы питания котла, регулирования температуры перегретого пара и горения автоматизированы. Предусмотрены средства тепловой защиты. Котел поставляется крупными транспортабельными блоками.

Основные характеристики котлов и комплектующего оборудования, а также количество котлов и объект их установки приведены в таблицах.



Котел Пп-670-140-545 (П-60)
Поперечный разрез

Основные характеристики котла

Наименование показателя	Единица измерения	Значение
Паропроизводительность: номинальная	т/ч	660
Параметры острого пара за котлом: давление температура	 кгс/см^2 ^{0}С	 140 550
Количество пара, проходящего при номинальной мощности через промперегреватель	т/ч	566
Параметры пара до промперегревателя: давление температура	 кгс/см^2 ^{0}С	 26,8 328
Параметры пара после промперегревателя: давление температура	 кгс/см^2 ^{0}С	 25 540
КПД (брутто) при номинальной нагрузке: расчетный гарантийный	%	 88,87 88,7 ± 0,5
Температура уходящих газов	^{0}С	155
Температура питательной воды	^{0}С	240
Топливо: тип – ненецкий бурый уголь		
Основные характеристики: теплота сгорания низшая, $Q_н^р$ зольность, $A^р$ влажность, $W^р$ содержание серы, $S^р$	 ккал/кг % % %	 2200 11 53,1 0,95
Расход топлива натурального	т/ч	228,3
Аэродинамическое сопротивление тракта по стороне газовой воздушной	мм вод. ст.	 225,7 285,5
Температура в воздухоподогревателе: воздуха на входе воздуха на выходе газов на входе газов на выходе	^{0}С	 85 272 295 155
Воздухоподогреватель: тип – РВП		$d_р$ = 7,2 м
Габариты котла по осям колонн: ширина глубина	м	 30 22
Масса металла котлоагрегата: общая под давлением каркаса	т	 4630 1400 1659
Удельная металлоемкость: общая под давлением	т/(т/ч)	 7,02 2,12
Коэффициент поставочной блочности	%	87,1
Полный назначенный срок службы	лет	30
Удельный выброс оксидов азота	мг/нм^3	-
Режим работы котла	-	базовый

Основное и комплектующее оборудование

Наименование	Тип	Изготовитель	Кол-во
Горелки	щелевые	ЗиО	24
Воздухоподогреватель	РВП-9,8	ЗиО	2
Привод РВП	-	-	-
Мельницы	Мельничный вентилятор V-220-50	-	6
Питатели сырого угля	Цепные и ленточные	СТЗ	-
Тягодутьевое оборудование: дымососы дутьевые вентиляторы вентиляторы горячего дутья дымосос рециркуляции мельничный вентилятор	 ДОД-41 ВДН-24х2-11 Д-21,5х2У Д-12,5х24 -	 "Сибэнергомаш" "Сибэнергомаш" "Сибэнергомаш" "Сибэнергомаш" -	 2 2 2 1 -
Оборудование очистки поверхностей нагрева: экрана пароперегревателя конвективной шахты воздухоподогревателя	 ОМ-0,35 - - ОП	 "Ильмарине" - - "Ильмарине"	 62 - - 4
Шлакоудалитель *	-	-	-
Золоуловители: механические электрофильтр	 БЦ-1х8-10 электрофильтр	 - -	 1 1 комп.

* - поставка заказчика

Выпуск котлов и объект их установки

Год выпуска	Кол-во (штук)	Электростанция (страна)	Станц. № котла	Год пуска
1971	1	ТЭС "Боксберг II" (Германия)	7	1973
1972	1		8	1974
1973	1		9	1974
1974	3		10	1975
			11	1975
			12	1975

КОТЕЛ ПАРОВОЙ П-62

Котел П-62 предназначен для работы на болгарских лигнитах в блоке с турбиной мощностью 210 МВт.

Котел высокого давления, с естественной циркуляцией и промперегревом, двухбарабанный, однокорпусный, полуоткрытой Т-образной компоновки, с уравновешенной тягой, с твердым шлакоудалением, для установки в районах с сейсмичностью 8 баллов. Барабаны котла расположены вдоль боковых стен топочной камеры справа и слева.

Топочная камера призматическая, представляющая собой цельносварную коробку, оборудована восьмью основными щелевыми, а также сбросными и мазутными горелками. Правая часть экранной системы присоединяется к правому барабану, левая к левому. В экранах топки предусмотрены газозаборные окна для отбора газов на сушку топлива. Боковые стены топочной камеры в районе поворотных газоходов образуют аэродинамические выступы. Там же имеются выступы на фронтовой и задней стенах.

В топочной камере расположены испарительная часть и настенный пароперегреватель. Испарительная часть подвешивается к поясу балок и имеет возможность при нагреве свободно расширяться вниз и в стороны. Настенный пароперегреватель крепится к каркасу обычным способом.

В горизонтальных газоходах котла, соединяющих топочную камеру с конвективными шахтами, установлены вертикальные ширмы, конвективные выходные пакеты пароперегревателя высокого давления и промперегревателя.

Котел имеет две одинаковые конвективные шахты. По ходу газов в них расположены следующие поверхности нагрева: конвективный паропперегреватель высокого давления, конвективный промперегреватель, экономайзер I и II ступеней. Трубчатый воздухоподогреватель вынесен за пределы котельной. Для обеспечения надежной работы котла на низкосортном топливе с большим содержанием серы в котле применен каскадный трубчатый воздухоподогреватель.

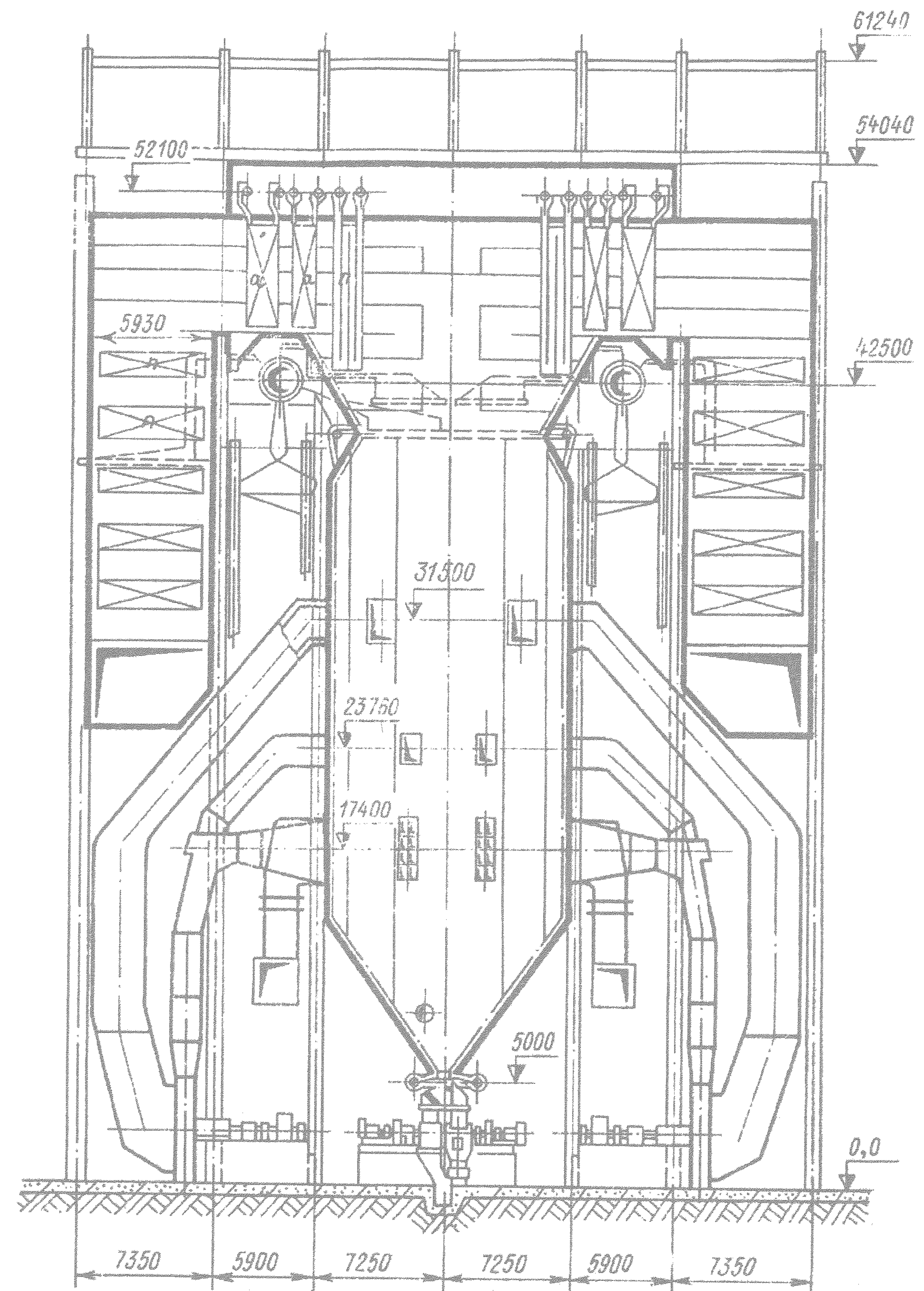
Регулирование температуры перегрева пара высокого давления производится впрыском, регулирования температуры перегрева пара низкого давления байпасированием I ступени конвективного пароперегревателя низкого давления.

Система пылепреготовления индивидуальная с прямым вдуванием и газовой сушкой. Котел оборудован восьмью мелющими вентиляторами, расположенными по два на каждой стороне топочной камеры..

Обмуровка конвективной шахты кирпичная. Газоплотная часть топочной камеры имеет натрубную обмуровку. Обмуровка потолка в районе "теплого ящика" плитная.

Котел снабжен необходимой арматурой, устройствами для отбора проб пара и воды, контрольно-измерительными приборами. Процессы питания котла, регулирования температуры перегрева пара и горения автоматизированы. Предусмотрены средства тепловой защиты. Котел поставляется крупными транспортабельными блоками.

Основные характеристики котлов и комплектующего оборудования, а также количество котлов и объекты их установки приведены в таблицах.



Котел Еп-670-140-545 (ПК-62)
Поперечный разрез

Основные характеристики котла

Наименование показателя	Единица измерения	Значение
Паропроизводительность: номинальная	т/ч	670
Параметры острого пара за котлом: давление температура	 кгс/см² ⁰С	 140 545
Количество пара, проходящего при номинальной мощности через промперегреватель	т/ч	580
Параметры пара до промперегревателя: давление температура	 кгс/см² ⁰С	 28 380
Параметры пара после промперегревателя: давление температура	 кгс/см² ⁰С	 26 545
КПД (брутто) при номинальной нагрузке: расчетный гарантийный	%	 83,64 83,5 ± 0,5
Температура уходящих газов	⁰С	173
Температура питательной воды	⁰С	242
Топливо: тип – болгарские лигниты		
Основные характеристики: теплота сгорания низшая, $Q_н^р$ зольность, $A^р$ влажность, $W^р$ содержание серы, $S^р$	 ккал/кг % % %	 81420 14,96 56 0,54
Расход топлива натурального	т/ч	367,8
Аэродинамическое сопротивление тракта по стороне газовой воздушной	мм вод. ст.	 259,2 173,9
Температура в воздухоподогревателе: воздуха на входе воздуха на выходе газов на входе газов на выходе	⁰С	 101 269 289 173
Воздухоподогреватель: тип – ТВП		
Габариты котла по осям колонн: ширина глубина	м	 41 17
Масса металла котлоагрегата: общая под давлением каркаса	т	 7625 2140 4060
Удельная металлоемкость: общая под давлением	т/(т/ч)	 11,38 3,19
Коэффициент поставочной блочности	%	80,5
Полный назначенный срок службы	лет	30
Удельный выброс оксидов азота	мг/нм³	-
Режим работы котла	-	базовый

Основное и комплектующее оборудование

Наименование	Тип	Изготовитель	Кол-во
Горелки	щелевые	ЗиО	8 осн., 8 сброс-ных
Воздухоподогреватель	ТВП	ЗиО	-
Привод РВП	-	-	-
Мельницы*	МВ-220/ 330	-	8
Питатели сырого угля	Комбиниро-ванные	СТЗ	8
Тягодутьевое оборудование: дымососы дутьевые вентиляторы вентиляторы горячего дутья дымосос рециркуляции мельничный вентилятор	 ДОД-41-1 ВДН-32Б ВГД-20У - -	 "Сибэнергомаш" "Сибэнергомаш" "Сибэнергомаш" - -	 2 2 2 - -
Оборудование очистки поверхностей нагрева: экрана пароперегревателя конвективной шахты воздухоподогревателя	 ОМ-0,35 - - -	 "Ильмарине" - - -	 44 - - -
Золоуловители: механические электрофильтр	 - ЭГЗ-4-230	 - -	 1 2 комп.

* - котел комплектуется оборудованием иностранных фирм.

Выпуск котлов и объекты их установки

Год выпуска	Кол-во (штук)	Электростанция (страна)	Станц. № котла	Год пуска
1975	1	ТЭС Марица-Восток-III (Болгария)	1	1979
1976	1	ТЭС Марица-Восток-III	2	1980
1977	1	ТЭС Марица-Восток-III	3	1981
1980	1	ТЭС Марица-Восток-III	4	1982
1981	1	ТЭС Марица-Восток-III	5	1985
1982	1	ТЭС Марица-Восток-III	6	1986
1989	2	ТЭС Марица-Восток-II	11	1989
			12	1995

КОТЕЛ ПАРОВОЙ П-64

Котел П-64 предназначен для работы на югославских лигнитах в блоке с турбиной мощностью 300 МВт.

Котел сверхкритического давления, с промперергревом, прямоточный, однокорпусный, закрытой Т-образной компоновки, с уравновешенной тягой, с твердым шлакоудалением.

Топочная камера открытая, прямоугольного сечения оборудована 24 щелевыми встречно расположенными горелками, установленными в три яруса по высоте боковых стен. Крайние горелки каждого яруса развернуты к середине топки. Топочная камера полностью экранирована трубами, образующими выше горелок на боковых стенах гозозаборные окна. По высоте топочной камеры экраны разделены на три части: нижнюю (НРЧ), среднюю (СРЧ) и верхнюю (ВРЧ) радиационные части. НРЧ выполнена из труб путем их горизонтально-подъемной двухступенчатой навивки и состоит из двух последовательно расположенных частей.

На выходе из топки, в соединительном газоходе, расположен ширмовый пароперергреватель (ШПП), состоящий из двух ступеней: I ступень - средние ширмы, II ступень - крайние.

Котел имеет две одинаковые конвективные шахты. По ходу газов в них расположены следующие поверхности нагрева: конвективный пароперегреватель высокого давления (КПП), конвективный вторичный пароперегреватель II и I ступеней (КВП I и II), водяной экономайзер II и I ступеней (ВЭ I и II). Конвективные поверхности состоят из двух полупакетов со своими входными и выходными камерами,расположенными на фронтовой и задней стенах конвективной шахты. Для подогрева воздуха в отдельной шахте вне котла установлен каскадный трубчатый воздухоподогреватель ЗиО.

Среда в тракте высокого давления от входа в котел до выхода из него движется двумя несмешивающимися автономно регулируемыми потоками, среда низкого давления четырьмя параллельными потоками.

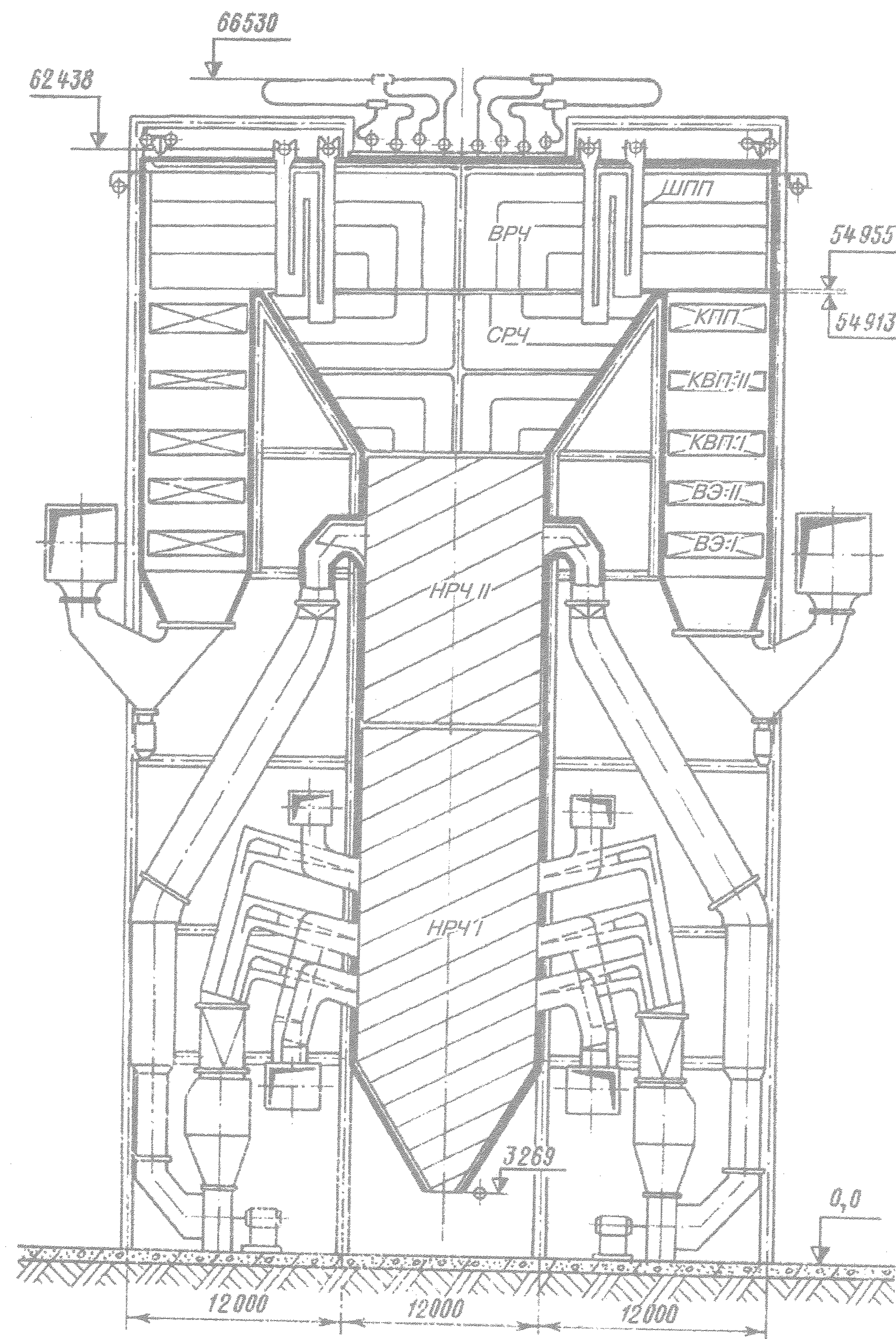
Регулирование температуры перегрева пара высокого давления производится впрыском, а регулирование перегрева пара низкого давления байпасированием паро-парового теплообменника.

Пылеприготовление выполнено по индивидуальной разомкнутой схеме с восемью мельницами вентиляторами типа EVT KSC с предвключенной бильной частью и инерционными сепараторами.

На котле применена кирпичная обмуровка. Изоляционный слой обмуровки выполняется из известковых кремнеземистых плит. Плотность тракта котла достигается за счет наружной металлической обшивки.

Котел снабжен необходимой арматурой, устройствами для отбора проб пара и воды, а также контрольно-измерительными приборами. Процессы питания котла, регулирования температуры перегрева пара и горения автоматизированы. Предусмотрены средства тепловой защиты в необходимом объеме. Котел поставляется крупными транспортабельными блоками.

Основные характеристики котлов, перечень комплектующего оборудования, количество котлов и объекты их установки, даны в таблицах.



Котел Пп-990-255 (П-64)
Поперечный разрез

Основные характеристики котла

Наименование показателя	Единица измерения	Значение
Номинальная паропроизводительность	т/ч	990
Расход пара через промперегреватель	т/ч	800
Давление на выходе:	Мпа	
перегретого пара высокого давления		25,5
пара промперегрева		4,3
Температура:	^0C	
перегретого пара высокого давления		545
пара промперегрева (на входе / на выходе)		307 / 545
питательной воды		273
уходящих газов		174
КПД (брутто) при номинальной нагрузке:	%	
расчетный		88,46
гарантийный		87 ± 0,5
Вид топлива	лигниты, мазут	
Характеристики основного топлива:		
теплота сгорания низшая, Q_H^p	ккал/кг	2475
зольность, A^p	%	12
влажность, W^p	%	40
содержание серы, S^p	%	0,5
Расход топлива натурального	т/ч	273
Аэродинамическое сопротивление	мм вод. ст.	
газового тракта		276
воздушного тракта		298
Тип воздухоподогревателя	ТВП	
Температура в воздухоподогревателе:	^0C	
газов (на входе / на выходе)		350 /174
воздуха (на входе / на выходе)		101 / 324
Компоновка	Т-образная	
Габаритные размеры котельной ячейки:	м	
ширина		36
глубина		24
Масса металла котлоагрегата:	т	
общая		9500
под давлением		2450
каркаса		3336
Удельная металлоемкость:	т/(т/ч)	
общая		9,62
под давлением		2,47
Коэффициент поставочной блочности	%	84
Полный назначенный срок службы	лет	30
Удельный выброс оксидов азота	мг/нм^3	0,106
Режим работы котла	-	базовый

Основное и комплектующее оборудование

Наименование	Тип	Изготовитель	Кол-во
Горелки	щелевые	ЗиО	24
Воздухоподогреватель	ТВП	ЗиО	-
Привод РВП	-	-	-
Мельницы	Мельничный вентилятор EVT-KCS	-	8
Тягодутьевое оборудование:			
дымососы	ДОД-43	“Сибэнергомаш”	2
дутьевые вентиляторы	ВДН-32Б	“Сибэнергомаш”	2
вентиляторы горячего дутья	ВГДН-21	Артемовский машзавод	2
дымосос рециркуляции	ДН-19-1	“Сибэнергомаш”	2
Оборудование очистки поверхностей нагрева:			
экрана	ОМ-0,35	“Ильмарине”	62
пароперегревателя	ОГ-8	“Ильмарине”	14; 1 компл.
конвективной шахты	дробеочистка	“Ильмарине”	1 контур
Шлакоудалитель	шнековое	ЗиО	1 комп.
Золоуловители:			
механические	циклоны НИИОГАЗ	-	1
электрофильтр	электрофильтр	-	1 комп.

Выпуск котлов и объекты их установки

Год выпуска	Кол-во (штук)	Электростанция (страна)	Станц. № котла	Год пуска
1977	1	ТЭС “Гацко”	1 (П-64)	1983
1979	1	ТЭС “Углевик”	1 (П-64-1)	1982
1983	1	Ново-Ангренская ГРЭС	1 (П-64-2)	1985
1985	1	Ново-Ангренская ГРЭС	2 (П-64-2)	1986
1986	1	Ново-Ангренская ГРЭС	3 (П-64-2)	1986
1987	1	Ново-Ангренская ГРЭС	4 (П-64-2)	1988
1988	1	Ново-Ангренская ГРЭС	5 (П-64-3)	1990
1989	1	Ново-Ангренская ГРЭС	6 (П-64-3)	1992
1992	1	Ново-Ангренская ГРЭС	7 (П-64-3)	1996

Отличительные особенности модификаций котла

П-64-1. Изменение топлива (югославские лигниты) по химсоставу и минеральной части привело к необходимости конструктивных изменений ширмового перегревателя, каскадной схемы ТВП, переключения ППТО по греющему пару.

П-64-2. Изменение топлива: котел для ангренского бурого угля, в связи с чем произведен ряд конструктивных изменений в горизонтальном газоходе и конвективной шахте.

П-64-3. Изменение топлива: кроме ангренского бурого угля используется также природный газ. В связи с этим смонтированы газовые горелки, а также проведен ряд конструктивных изменений, связанных с внедрением на котле схемы БПЭ.

КОТЕЛ П-65

Котельный агрегат П-65 предназначен для работы на низкосортных югославских лигнитах в блоке с турбиной 210 МВт.

Котел прямоточный, с промперегревом, однокорпусный, с уравновешенной тягой, с твердым шлакоудалением. Котел выполнен для полуоткрытой компоновки с учетом установки его в районах с сейсмичностью 7 баллов.

Топочная камера в нижней части имеет восьмигранное сечении. В верхней части топки имеется сужение с переходом восьмигранного сечения на четырехгранное. На шести боковых стенах восьмигранника в два яруса встречно расположены 24 щелевые пылеугольные горелки. На передней и задней стенах восьмигранника в два яруса расположены четыре мазутные горелки.

В верхней части восьмигранника на шести боковых вертикальных гранях выполнена объемная разводка экранных труб под газозаборные окна.

Топочная камера полностью экранирована трубами. По высоте топочной камеры экраны разделены на три части: нижнюю (НРЧ), среднюю (СРЧ) и верхнюю (ВРЧ) радиационные части. НРЧ и СРЧ выполнены в виде горизонтальной двухленточной навивки с небольшим наклоном труб на передней и задней стенах топки.

На выходе из топки, в соединительном газоходе, расположен ширмовый пароперегреватель, состоящий из двух ступеней: I ступень - средние ширмы, II ступень - крайние.

Котел имеет две одинаковые конвективные шахты. По ходу газов в них расположены следующие поверхности нагрева: конвективный вторичный пароперегреватель (КВП), конвективный первичный пароперегреватель высокого давления (КПП), переходная зона (ПЗ) и две ступени водяного экономайзера (ВЭ-I и ВЭ-II). Конвективные поверхности состоят из двух полупакетов со своими входными и выходными камерами, расположенными на фронтовой и задней стенах конвективной шахты.

Среда в тракте высокого давления от входа в котел до выхода из него движется двумя автономно регулируемыми потоками, пар вторичного перегревательного тракта- четырьмя параллельными потоками.

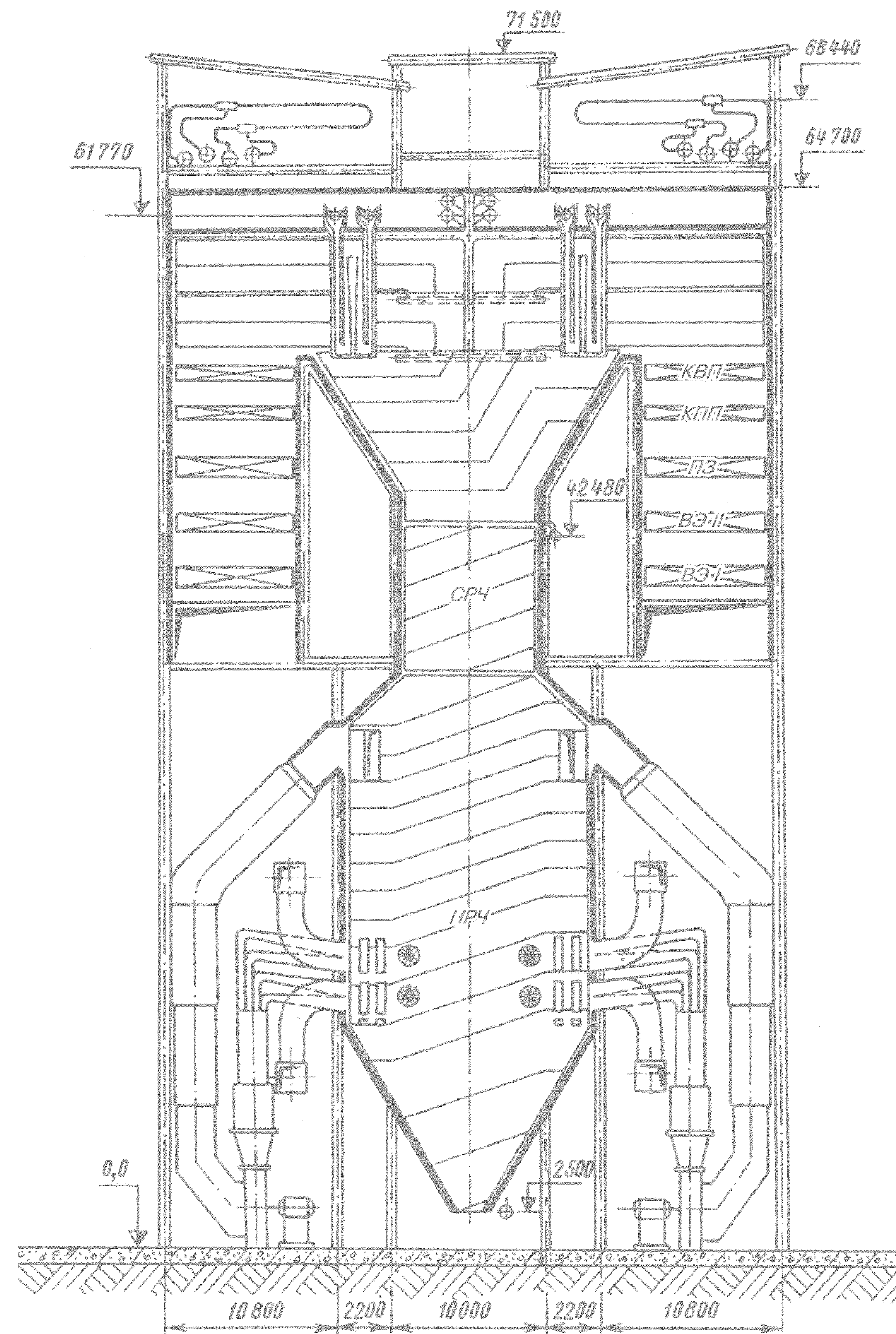
Регулирование температуры перегрева пара высокого давления производится впрыском, а регулирование температуры промперегрева байпасированием паро-парового теплообменника.

Пылеприготовление выполнено по индивидуальной разомкнутой схеме с шестью мельницами вентиляторами типа EVT KSC.

На котле применена кирпичная обмуровка. Изоляционный слой обмуровки выполняется из известковых кремнеземистых плит. Плотность газового тракта котла достигается за счет наружной металлической обшивки.

Котел снабжен необходимой арматурой, устройствами для отбора проб пара и воды, а также контрольно-измерительными приборами. Процессы питания котла, регулирования температуры перегрева пара и горения автоматизированы. Предусмотрены средства тепловой защиты в необходимом объеме. Котел поставляется крупными транспортабельными блоками.

Основные характеристики котла, перечень основного и комплектующего оборудования, количества котлов и объекты их установки, даны в таблицах.



Котел Пп-660-140 (П-65)
Поперечный разрез

Основные характеристики котла

Наименование показателя	Единица измерения	Значение
Паропроизводительность: номинальная	т/ч	660
Расход пара через промперегреватель	т/ч	557
Давление на выходе: перегретого пара высокого давления пара промперегрева	кгс/см^2	 140 25
Температура: перегретого пара высокого давления пара промперегрева (на входе / на выходе) питательной воды уходящих газов	^{0}C	 545 333 / 545 243 166
КПД (брутто) при номинальной нагрузке: расчетный гарантийный	%	 87,3 85
Характеристики основного топлива: тип топлива теплота сгорания низшая, $Q_н^р$ зольность, $A^р$ влажность, $W^р$ содержание серы, $S^р$	 лигниты ккал/кг % % %	 - 1599 41,45 26,34 0,55
Расчетный расход топлива	т/ч	311
Аэродинамическое сопротивление тракта по стороне газовой воздушной	мм вод. ст.	 251 241
Температура в воздухоподогревателе: воздуха на входе воздуха на выходе газов на входе газов на выходе	^{0}C	 50 294 306 166
Габариты котла по осям колонн: ширина глубина	м	 36 24
Масса металла котлоагрегата: общая под давлением каркаса	т	 6600 1800 2481,5
Удельная металлоемкость: общая под давлением	т/(т/ч)	 9,9 2,72
Коэффициент поставочной блочности	%	> 80
Полный назначенный срок службы	лет	30
Удельный выброс оксидов азота	мг/нм^3	-
Режим работы котла	-	базовый

Основное и комплектующее оборудование

Наименование	Тип	Изготовитель	Кол-во
Горелки	щелевые	ЗиО	24
Воздухоподогреватель	РВП-9,8	ЗиО	-
Привод РВП	-	-	-
Мельницы	Мельничный вентилятор EVT-KCS	-	6
Питатели сырого угля	Питатели*	-	-
Тягодутьевое оборудование: дымососы дутьевые вентиляторы вентиляторы горячего дутья	 ДОД-41 ВДН-32Б ДН-21	 "Сибэнергомаш" "Сибэнергомаш" "Сибэнергомаш"	 2 2 2
Оборудование очистки поверхностей нагрева: экрана воздухоподогревателя	 ОМ-0,35 обмывка и обдувка	 "Ильмарине" -	 62 -
Шлакоудалитель *	Скребковый транспортер*	-	-
Золоуловители: механические электрофильтр	 циклоны НИИОГАЗ электрофильтр	 - -	 4 1 комп.

* - оборудование иностранного производства

Выпуск котлов и объекты их установки

Год выпуска	Кол-во (штук)	Электростанция (страна)	Станц. № котла	Год пуска
1976	1	ТЭС "Костолац"	1	1980
1977	1	ТЭС "Битола"	1	1982
1980	1	ТЭС "Битола"	2	1984
1983	1	ТЭС "Битола"	3	1988

КОТЕЛ ПАРОВОЙ П-67

Котельный агрегат предназначен для работы на березовских бурых углях Канско-Ачинского месторождения в блоке с турбиной мощность 800 МВт.

Котел сверхкритического давления, с промперегревом, прямоточный, однокорпусный, Т-образной компоновки, с уравновешенной тягой, с твердым шлакоудалением, газоплотный.

Топочная камера открытая, призматическая, квадратного сечения полностью экранирована вертикальными панелями из плавниковых труб и оборудована тангенциальными щелевыми горелками, установленными в четыре яруса на четырех стенах, что создает единый вращающийся факел. Все стены топочной камеры и газоходы выполнены цельносвареными из плавниковых труб, причем стены конвективных шахт выполнены с увеличенным шагом труб.

Над топкой и в горизонтальном газоходе расположены ширмовые поверхности нагрева, причем первые по ходу ширмы цельносварные из плавниковых труб. Конвективные поверхности расположены в опускных шахтах в зоне умеренных температур. Все конвективные поверхности подвешены на подвесных трубах. Экономайзер мембранного типа.

Регулирование температуры перегрева первичного пара производится впрыском, регулирование температуры перегрева вторичного пара байпасированием паро-парового теплообменника.

Для подогрева воздуха применен трубчатый воздухоподогреватель. Для снижения температуры уходящих газов и повышения КПД электрофильтров использована система производства избыточного воздуха.

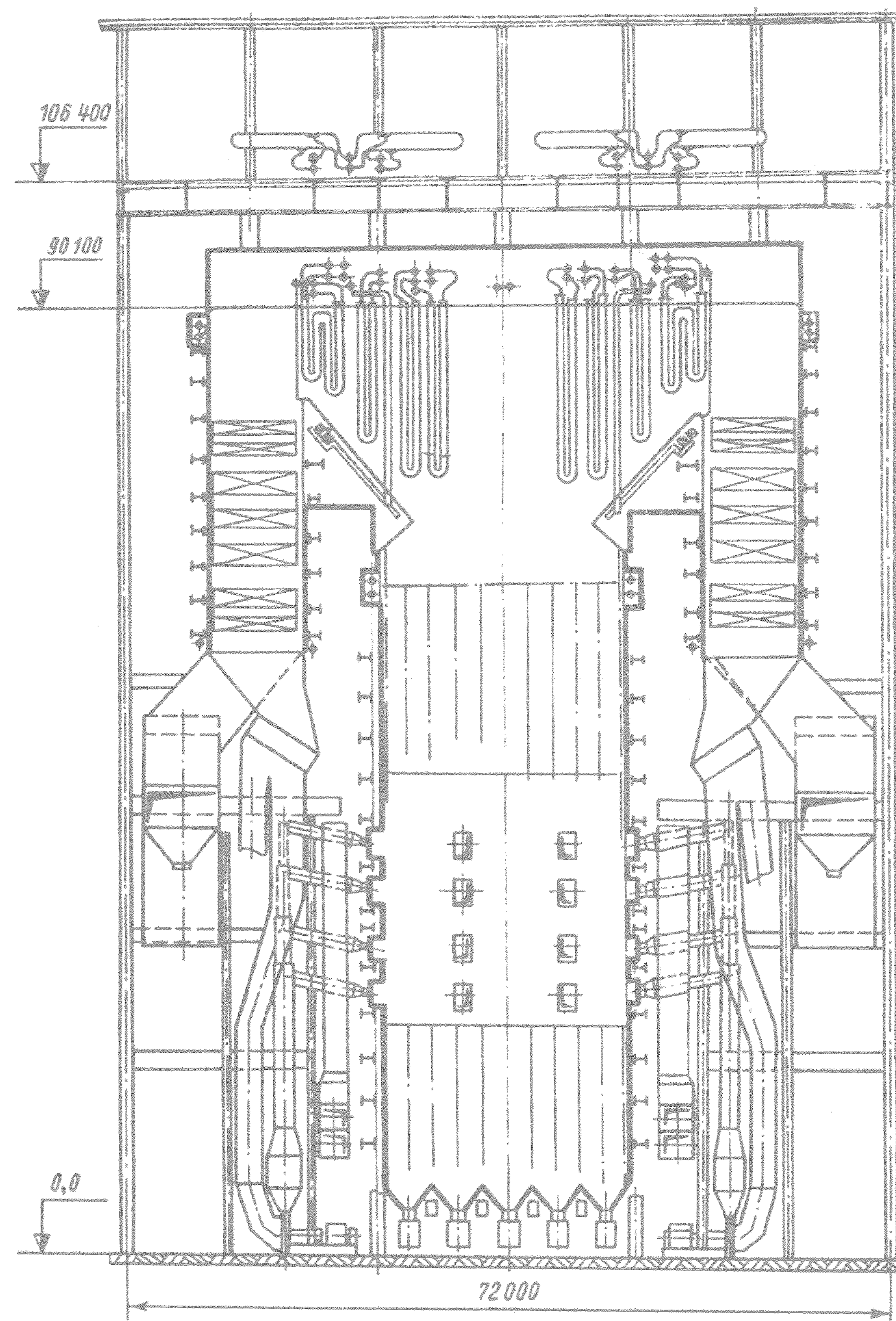
Котел выполнен подвесным к конструкции здания. На газоплотных стенах котла устанавливается тепловая изоляция. Котел поставляется укрупненными блоками.

Благодаря значительной высоте топочной камеры и подаче газов рециркуляции через горелки и в верхнюю ее часть снижается температура газов в ядре горения и на выходе из топки. Для уменьшения механического недожога в низ холодной воронки через систему сопел подается горячий воздух. Имеется комбинированная система очистки поверхностей нагрева котла от внешних золовых загрязнений.

Система пылеприготовления прямого вдувания с мелющими вентиляторами и газовой сушкой топлива. Отбор газов на сушку производится в районе поворотной камеры котла.

Конструкция котла обеспечивает условия, необходимые для ремонта отдельных узлов котла.

Основные технические решения по котлу, газоплотная подвесная конструкция, компоновка и конструкция поверхностей нагрева, параметры пара и высокая единичная мощность соответствует современным тенденциям и требованиям мирового котлостроения.



Котел Пп-2650-255 (П-67)
Поперечный разрез

Основные характеристики котла

Наименование показателя	Единица измерения	Значение
Паропроизводительность: номинальная	т/ч	2650
Параметры острого пара за котлом: давление температура	 кгс/см² °C	 255 545
Количество пара, проходящего при номинальной мощности через промперегреватель	т/ч	2186
Параметры пара до промперегревателя: давление температура	 кгс/см² °C	 40,4 290
Параметры пара после промперегревателя: давление температура	 кгс/см² °C	 37,6 545
КПД (брутто) при номинальной нагрузке: расчетный гарантийный	%	 91,9 91,0
Температура уходящих газов	°C	163
Температура питательной воды	°C	295
Топливо: тип – березовский бурый уголь		
Основные характеристики: теплота сгорания низшая, Q_H^p зольность, A^p влажность, W^p содержание серы, S^p	 ккал/кг % % %	 3740 4,7 33 0,2
Расход топлива натурального	т/ч	481
Аэродинамическое сопротивление тракта по стороне газовой воздушной	мм вод. ст.	 324 354
Температура в воздухоподогревателе: воздуха на входе воздуха на выходе газов на входе газов на выходе	°C	 40 322 352 163
Воздухоподогреватель: тип – ТВП		
Габариты котла по осям колонн: ширина глубина	м	 72 33
Масса металла котлоагрегата: общая под давлением каркаса	т	 19320 7500 -
Удельная металлоемкость: общая под давлением	т/(т/ч)	 7,26 2,83
Коэффициент поставочной блочности	%	82
Полный назначенный срок службы	лет	30
Удельный выброс оксидов азота	мг/нм³	-
Режим работы котла	-	базовый

Основное и комплектующее оборудование

Наименование	Тип	Изготовитель	Кол-во
Горелки	щелевые	ЗиО	32
Воздухоподогреватель	ТВП	ЗиО	-
Привод РВП	-	-	-
Мельницы	МВ-3300/800-490	СТЗ	8
Питатели сырого угля	КПСУ-80	СТЗ	8
Питатели пыли	-	-	-
Тягодутьевое оборудование: дымососы дутьевые вентиляторы вентиляторы горячего дутья дымосос рециркуляции мельничный вентилятор	 ДДОД-43 ВДН-36х2Э ГД-31 ДРГ-29х2 -	 "Сибэнергомаш" "Сибэнергомаш" "Сибэнергомаш" "Сибэнергомаш" -	 3 2 4 2 -
Оборудование очистки поверхностей нагрева: экрана пароперегревателя конвективной шахты воздухоподогревателя	ОГР-ЭУ, АВОД ОГ-12, импульсная и пушечная обдувки дробеочистка дробеочистка	"Ильмарине" "Ильмарине" и "Котлоочистка" "Ильмарине" "Ильмарине"	158; 4 68; 1 компл. 4 конт. 4 конт.
Шлакоудалитель	шнековый	ЗиО	5
Золоуловители: механические электрофильтр	 Батарейные циклоны d = 30 мм УГЗ-4-230	 - -	 4 1 комп.

Выпуск котлов и объекты их установки

Год выпуска	Кол-во (штук)	Электростанция (страна)	Станц. № котла	Год пуска
1983	1	Березовская ГРЭС-1	1	1988
1987	1		2	1991
1990	1		3	

КОТЕЛ ПАРОВОЙ П-74

Опытно-промышленный котельный агрегат П-74 предназначен для работы в двух режимах: совместного с МГД - генератором, используя в качестве теплоносителя выходящие из МГД - генератора продукты неполного сгорания;автономного за счет тепла, выделенного в топке при сжигании в ней природного газа. В настоящее время в составе блока мощностью 310 МВт эксплуатируется только в автономном режиме.

Котел прямоточный, на закритические параметры пара, однокорпусный, газоплотный, с уравновешенной тягой, подвесной к хребтовым балкам здания.

Топочная камера имеет в плане форму прямоугольника с размерами сторон 9990 x 20200 мм. Ограждение топочной камеры выполнено из цельносварных мембранных панелей с использованием плавниковых труб. На выходе из топки установлен ширмовый пароперегреватель, выполненный в виде трех последовательно соединенных ступеней. Горизонтальный газоход выполнен в виде диффузора с наклоном пода в сторону конвективной шахты.

В конце горизонтального газохода расположен конвективный пароперегреватель первичного пара (КПП), выполненный из двухпетлевых ширм.

В первой опускной конвективной шахте (КШ-I) расположен промежуточный пароперегреватель. По ширине I ступень занимает края газохода, а II ступень расположена в середине газохода.

Вторая опускная конвективная шахта имеет Т-образную компоновку, выполненную в виде трех рядом висящих вертикальных неэкранированных газоходов. В верхней части газоходы объединены соединительным коробом.

Дымовые газы по среднему подъемному коробу поступают в соединительный газоход и делятся на два потока.

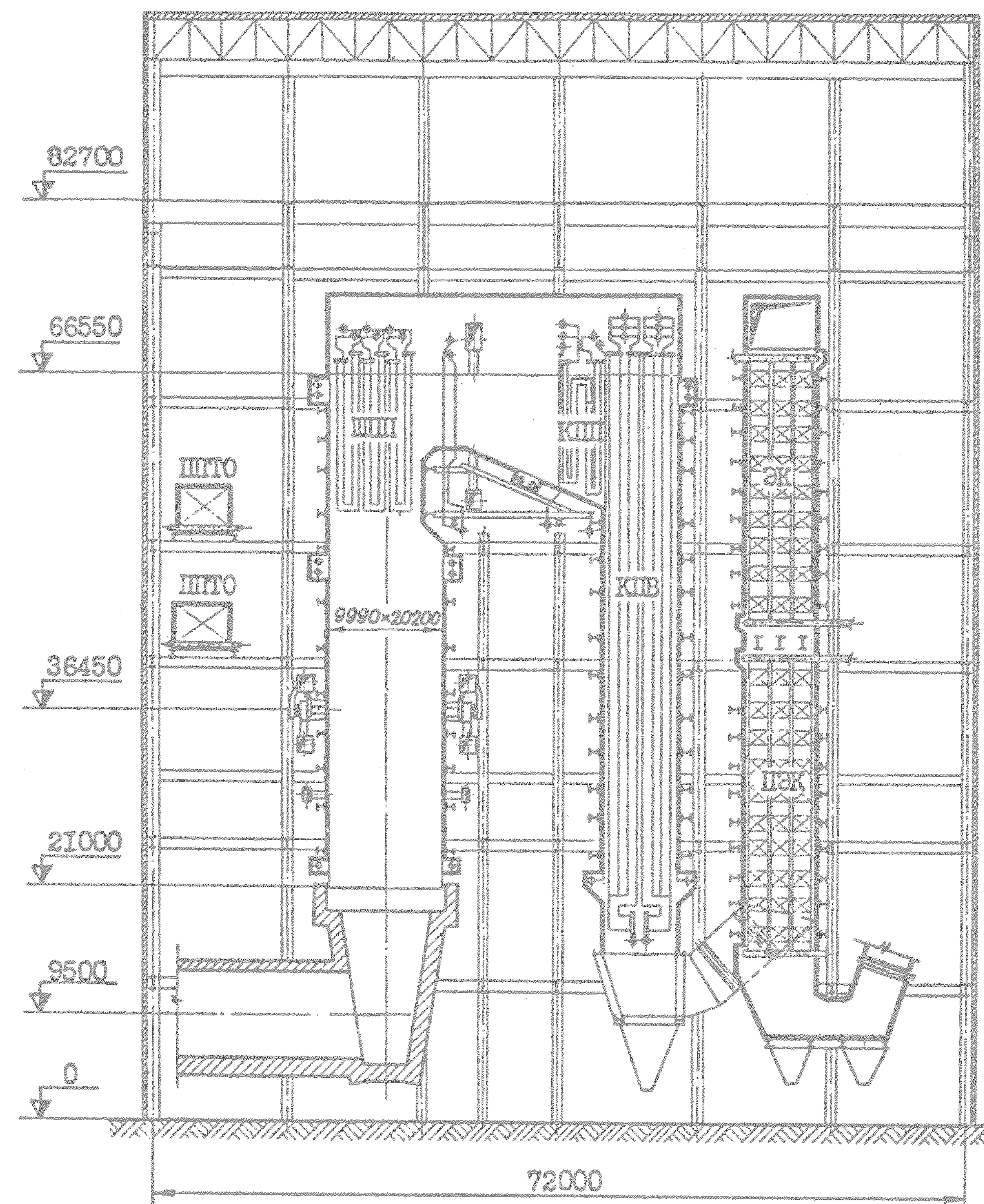
Далее газы опускаются по двум газоходам, последовательно проходя экономайзер и предвключенный экономайзер (ПЭК). После ПЭКа дымовые газы направляются на два РВП.

Регулирование температуры первичного пара осуществляется впрыскивающими пароохладителями (по три на каждый поток пара).

Регулирование температуры вторичного пара осуществляется байпасированием паро-парового теплообменника (ППТО).

Котел снабжен необходимой арматурой, устройствами для отбора проб пара и воды, контрольно-измерительными приборами. Процессы питания, регулирования температуры перегретого пара и горения автоматизированы. Предусмотрены средства тепловой защиты.

Основные характеристики котла и данные о выпуске и объекте его установки приведены в таблицах.



Котел Пп-1000-250-545 (П-74)
Продольный разрез

Основные характеристики котла

Наименование показателя	Единица измерения	Значение
Паропроизводительность: номинальная	т/ч	1000
Параметры острого пара за котлом: давление температура	кгс/см² ⁰С	255 545
Количество пара, проходящего при номинальной мощности через промперегреватель	т/ч	850
Параметры пара до промперегревателя: давление температура	кгс/см² ⁰С	43 306
Параметры пара после промперегревателя: давление температура	кгс/см² ⁰С	40,5 545
КПД (брутто) при номинальной нагрузке: расчетный гарантийный	%	95 -
Температура уходящих газов	⁰С	98
Температура питательной воды	⁰С	170
Топливо: природный газ		
Основные характеристики: теплота сгорания низшая, Q_H^p зольность, A^p влажность, W^p содержание серы, S^p	ккал/кг % % %	8970 - - -
Расход топлива натурального	нм³/ч	72 x 10⁴
Аэродинамическое сопротивление тракта по стороне газовой воздушной	мм вод. ст.	- -
Температура в воздухоподогревателе: воздуха на входе воздуха на выходе газов на входе газов на выходе	⁰С	40 155 215 98
Воздухоподогреватель: тип – РВП, d_p = 9,8 м (2 шт.)		
Габариты котла по осям колонн: ширина глубина	м	30 48
Масса металла котлоагрегата: общая под давлением каркаса	т	10700 4490 -
Удельная металлоемкость: общая под давлением	т/(т/ч)	10,7 4,5
Коэффициент поставочной блочности	%	81
Полный назначенный срок службы	лет	30
Удельный выброс оксидов азота	мг/нм³	-
Режим работы котла	-	базовый

Основное и комплектующее оборудование

Наименование	Тип	Изготовитель	Кол-во
Горелки	вихревые дожигательные для природного газа	ЗиО	12
Воздухоподогреватель	РВП-9,8	ЗиО	2
Мельницы	-	-	-
Питатели сырого угля	-	-	-
Питатели пыли	-	-	-
Тягодутьевое оборудование: дымососы дутьевые вентиляторы вентиляторы горячего дутья дымосос рециркуляции мельничный вентилятор	 ДРГ-29х2-1 ВДН-32Б, ВДН-24-IIУ (для зажигания) - ГД-20-500У -	 "Сибэнергомаш" "Сибэнергомаш" "Сибэнергомаш" - "Сибэнергомаш" -	 2 2 2 - 2 -
Оборудование очистки поверхностей нагрева с МГД-генератором экрана пароперегревателя конвективной шахты воздухоподогревателя	 ОГРУ ОГ ОГВ-01 -	 "Ильмарине" "Ильмарине" "Ильмарине" -	 18 76 18 -
Шлакоудалитель	-	-	-
Золоуловители: механические электрофильтр	 - для улавливания поташа	 - -	 - 1 к.

Выпуск котлов и объекты их установки

Год выпуска	Кол-во (штук)	Электростанция (страна)	Станц. № котла	Год пуска
1986	1	Рязанская МГДЭС	1	1988

КОТЕЛ ПАРОВОЙ П-76

Котел предназначен для работы на китайском каменном угле, в составе энергоблока мощность 500 МВт ТЭС Цзисянь (КНР). Котел расчитан для работы в районах высокой сейсмичности (7 баллов).

Котел сверхкритического давления, с промперегревом, прямоточный, Т-образной компоновки, с уравновешенной тягой, твердым шлакоудалением. Котел выполнен газоплотным с ограждением топки и конвективных шахт из цельносваренных панелей.

Топочная камера прямоугольного сечения оборудована тридцатью двумя горелками, расположенными встречно в четыре яруса.

Для обеспечения низкой температуры газов и предотвращения шлакования предусмотрена рециркуляция дымовых газов, отбираемых за электрофильтрами.

На выходе из топочной камеры установлен ширмовый перегреватель, за ним в горизонтальном газоходе расположены ширмовые перегреватели, выходные ступени вторичного и первичного пароперегревателей.

за ним в горизонтальном газоходе расположены ширмовые перегреватели, выходные ступени вторичного и первичного пароперегревателей.

Котел имеет две одинаковые конвективные шахты, в которых по ходу газов расположены следующие поверхности нагрева: входные ступени вторичного пароперегревателя, экономайзер.

Тракт первичного пара высокого давления состоит из двух самостоятельно регулируемых потоков, тракт вторичного пара состоит из четырех регулируемых потоков.

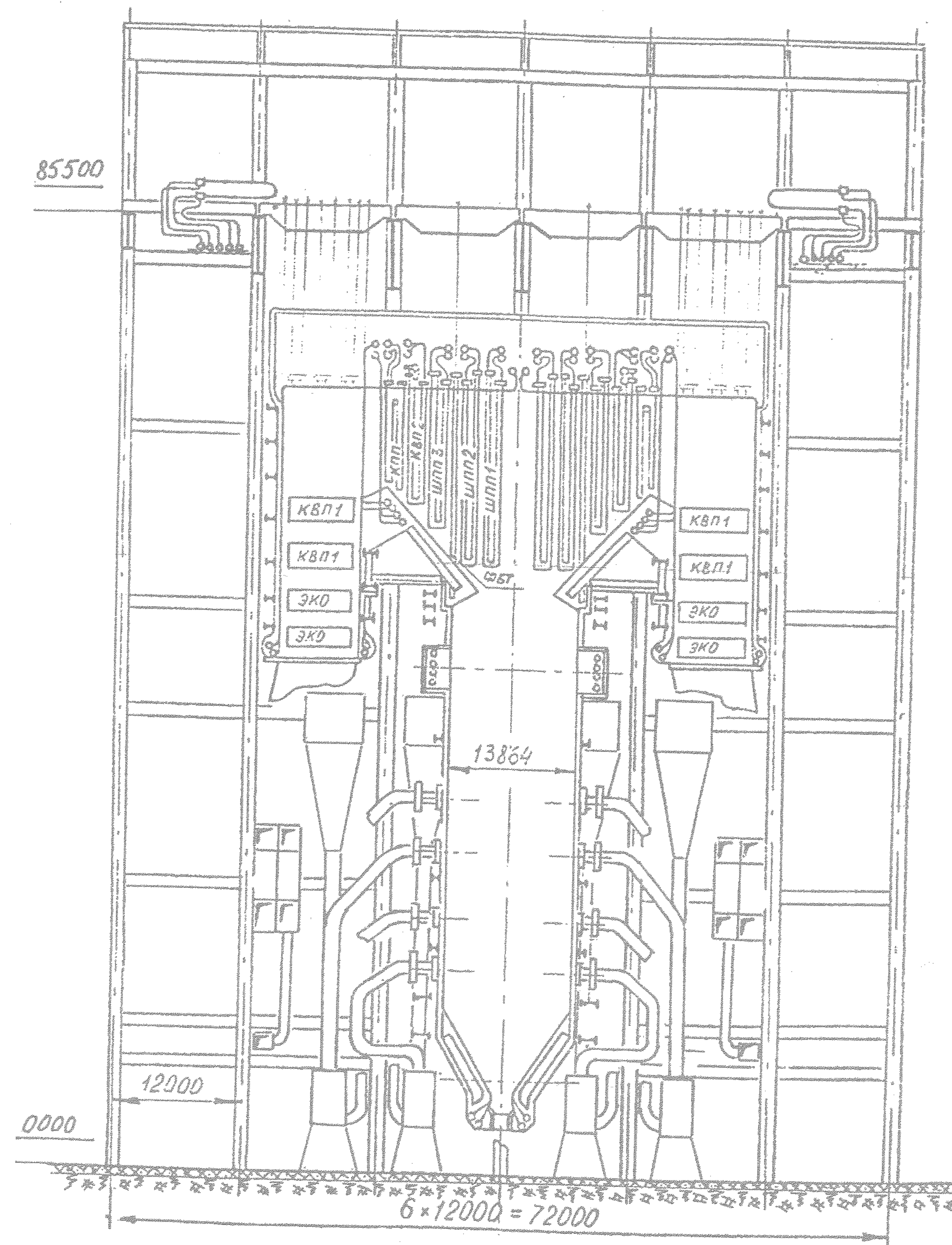
Регулирование температуры перегрева первичного пара производится впрысками питательной воды, регулирование температуры вторичного пара байпасированием паро-парового теплообменника.

Для подогрева воздуха установлены четыре регенеративных вращающихся воздухоподогревателя с вертикальным расположением вала.

Для очистки поверхностей нагрева котла предусмотрены аппараты паровой и водяной обдувки.

Обмуровка котла выполнена в виде натрубной изоляции, крепящейся на цельносварных панелях, и обшита сверху металлическим листом. Котел не имеет собственного каркаса и подвешен к конструкции здания с помощью промежуточных металлоконструкций. Процессы питания котла, регулирования температуры пара и горения автоматизированы. Котел снабжен необходимой арматурой, устройствами для отбора проб пара и воды, а также контрольно-измерительными приборами. Конструкция котла обеспечивает условия, требуемые для ремонта его отдельных узлов.

Основные характеристики котла и комплектующего оборудования, а также количество и объект его установки приведены в таблицах.



Котел Пп-1650-250-545 (П-76)
Поперечный разрез

Основные характеристики котла

Наименование показателя	Единица измерения	Значение
Паропроизводительность: номинальная	т/ч	1650
Параметры острого пара за котлом: давление температура	 кгс/см² °С	 255 545
Количество пара, проходящего при номинальной мощности через промперегреватель	т/ч	1356
Параметры пара до промперегревателя: давление температура	 кгс/см² °С	 - 295
Параметры пара после промперегревателя: давление температура	 кгс/см² °С	 41,5 545
КПД (брутто) при номинальной нагрузке: расчетный гарантийный	%	 91,5 91,5 ± 0,5
Температура уходящих газов	°С	134
Температура питательной воды	°С	-
Топливо: тип – китайский каменный уголь		
Основные характеристики: теплота сгорания низшая, $Q_н^р$ зольность, $A^р$ влажность, $W^р$ содержание серы, $S^р$	 ккал/кг % % %	 5360 19,77 9,61 0,63
Расход топлива натурального	т/ч	208
Аэродинамическое сопротивление тракта по стороне газовой воздушной	мм вод. ст.	 - -
Температура в воздухоподогревателе: воздуха на входе воздуха на выходе газов на входе газов на выходе	°С	 50 320 372 134
Воздухоподогреватель: тип – РВП, $d_р$ = 9,8 м		
Габариты котла по осям колонн: ширина глубина	м	 72 -
Масса металла котлоагрегата: общая под давлением каркаса	т	 11315 4702 -
Удельная металлоемкость: общая под давлением	т/(т/ч)	 6,85 2,85
Коэффициент поставочной блочности	%	82,5
Полный назначенный срок службы	лет	30
Удельный выброс оксидов азота	мг/нм³	-
Режим работы котла	-	базовый

Основное и комплектующее оборудование

Наименование	Тип	Изготовитель	Кол-во
Горелки	пылеугольные	ЗиО	32
Воздухоподогреватель	РВП-9,8	ЗиО	4
Мельницы	ZGM 95G (Д35т/ч)	-	8
Питатели сырого угля	ПС-1100/4000	-	8
Тягодутьевое оборудование: дымососы дутьевые вентиляторы вентиляторы горячего дутья дымосос рециркуляции мельничный вентилятор	 ДОД-43-500 ВДОД-31,5С ВД-28х2-1 ВГДН-17уБ -	 "Сибэнергомаш" "Сибэнергомаш" "Сибэнергомаш" "Сибэнергомаш" -	 2 2 2 2 -
Оборудование очистки поверхностей нагрева: экрана пароперегревателя конвективной шахты воздухоподогревателя	 - - - -	 "Бергеманн" "Бергеманн" "Бергеманн" "Бергеманн"	 - - - -

Выпуск котлов и объекты их установки

Год выпуска	Кол-во (штук)	Электростанция (страна)	Станц. № котла	Год пуска
1991	1	ТЭС "Цзисянь" (Китай)	1	1994
1992	1		2	1996

КОТЕЛ ПАРОВОЙ П-78

Котел предназначен для работы на китайских бурых углях в блоке с турбиной мощностью 500 МВт. ТЭС "Иминь" (КНР), расположенной в зоне сейсмичностью 8 баллов по шкале MSK.

Котел сверхкритического давления, с промперегревом, прямоточный, однокорпусный, закрытой Т-образной компоновки, с уравновешенной тягой с твердым шлакоудалением. Котел выполнен газоплотным с ограждением топки и опускного газохода из цельносварных панелей.

Топочная камера открытая, призматическая, квадратного сечения оборудована тридцатью двумя пылеугольными прямоточными горелками, расположенными в четыре яруса.

Для обеспечения низкой температуры газов и предотвращения шлакования предусмотрена рециркуляция дымовых газов, отбираемых за электрофильтрами.

Поверхности нагрева топочной камеры делятся на нижнюю и верхнюю радиационные части.

На выходе из топочной камеры установлен ширмовый перегреватель, за ним в горизонтальном газоходе расположены ширмовые пароперегреватели, выходные ступени первичного и вторичного пароперегревателей.

Котел имеет две одинаковые конвективные шахты, в которых по ходу газов расположены следующие поверхности нагрева: входная ступень вторичного пароперегревателя, конвективный первичный пароперегреватель, экономайзер.

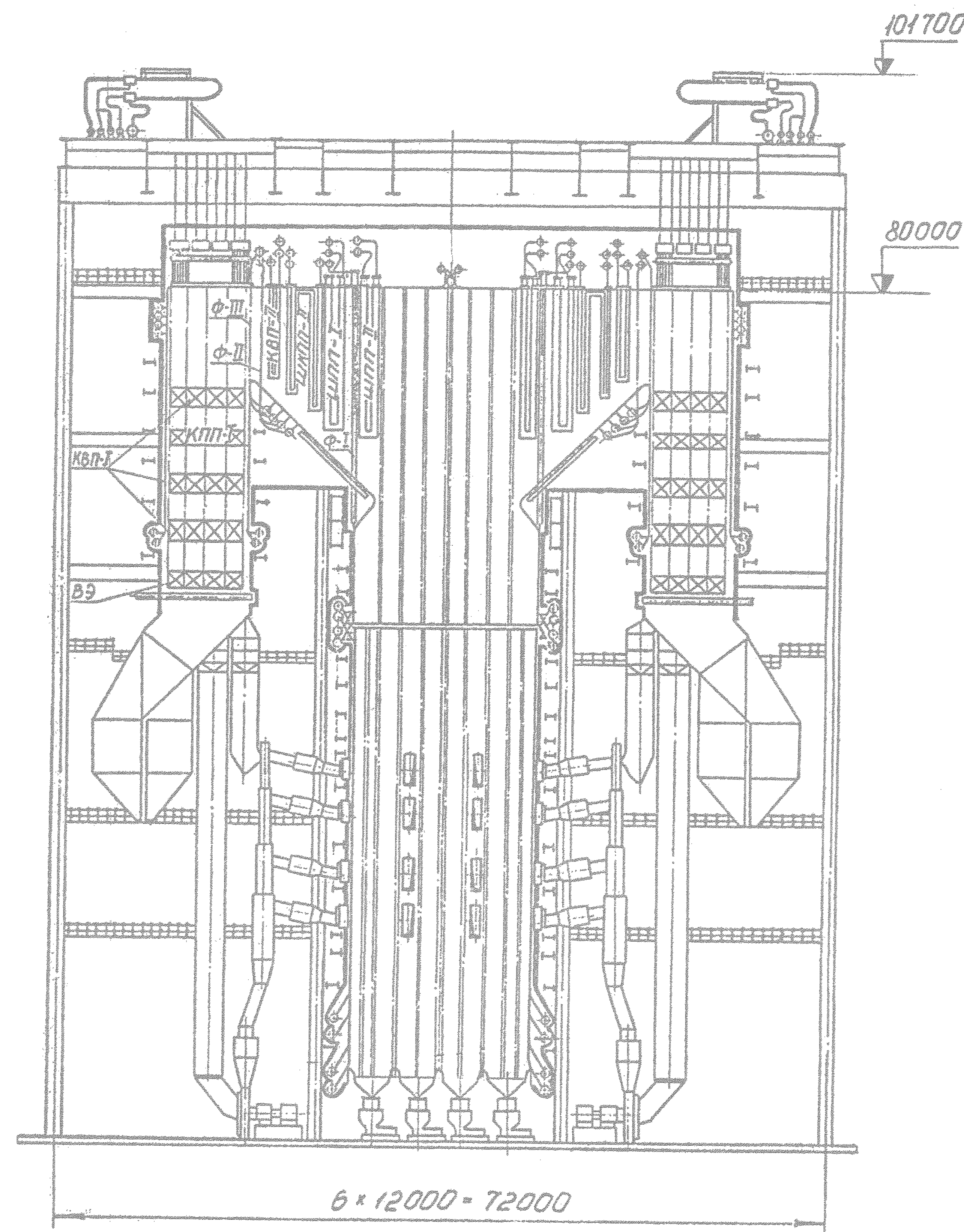
Среда высокого давления от входа в котел до выхода из него движется двумя несмешивающимися потоками, а среда низкого давления четырьмя самостоятельно регулируемыми потоками. На выходе из котла четыре потока объединяются в два.

Регулирование температуры перегрева пара высокого давления производится изменением соотношения топливо-вода и впрысками питательной воды, регулирование температуры перегрева пара низкого давления байпасированием паро-парового теплообменника.

Для подогрева воздуха установлены четыре регенеративных вращающихся воздухоподогревателя диаметром 9,8 м с вертикальным расположением вала.

Обмуровка котла выполнена в виде натрубной изоляции, крепящейся на цельносварных панелях, и обшита сверху металлическим листом. Котел не имеет собственного каркаса и подвешен к конструкции здания с помощью промежуточных металлоконструкций. Он снабжен необходимой арматурой, устройствами для отбора проб пара и воды, а также контрольно-измерительными приборами. Процессы питания котла, регулирования температуры перегрева пара и горения автоматизированы. Предусмотрены средства тепловой защиты в требуемом количестве.

Основные характеристики котлов и комплектующего оборудования, а также количество и место их установки указаны в таблицах.



Котел Пп-1650-250-545 (П-78)
Продольный разрез

Основные характеристики котла

Наименование показателя	Единица измерения	Значение
Паропроизводительность: номинальная	т/ч	1650
Параметры острого пара за котлом: давление температура	 кгс/см^2 ^{0}С	 255 545
Количество пара, проходящего при номинальной мощности через промперегреватель	т/ч	1357,6
Параметры пара до промперегревателя: давление температура	 кгс/см^2 ^{0}С	 42 359
КПД (брутто) при номинальной нагрузке: расчетный гарантийный	%	 90,08 -
Температура уходящих газов	^{0}С	153
Температура питательной воды	^{0}С	271
Топливо: тип – китайский бурый уголь		
Основные характеристики: теплота сгорания низшая, Q_H^p зольность, A^p влажность, W^p содержание серы, S^p	 ккал/кг % % %	 2580 15,8 38 -
Расход топлива натурального	т/ч	440,5
Аэродинамическое сопротивление тракта по стороне газовой воздушной	мм вод. ст.	 - -
Температура в воздухоподогревателе: воздуха на входе воздуха на выходе газов на входе газов на выходе	^{0}С	 60 305 330 153
Воздухоподогреватель: тип – РВП	м	d= 9,8
Габариты котла по осям колонн: ширина глубина	м	 72 54
Масса металла котлоагрегата: общая под давлением каркаса	т	 14000 5912 -
Удельная металлоемкость: общая под давлением	т/(т/ч)	 8,48 3,58
Коэффициент поставочной блочности	%	84
Полный назначенный срок службы	лет	30
Удельный выброс оксидов азота	мг/нм^3	-
Режим работы котла	-	-

Основное и комплектующее оборудование

Наименование	Тип	Изготовитель	Кол-во
Горелки	прямоточные	ЗиО	32
Воздухоподогреватель	РВП-9,8	ЗиО	4
Мельницы	МВ 3400/900/490	-	8
Питатели сырого угля	КНСТ-80 (1500-300)	-	8
Тягодутьевое оборудование: дымососы дутьевые вентиляторы вентиляторы горячего дутья дымосос рециркуляции мельничный вентилятор	 ДН-38х2/750/600 ВДОД-31,5С/595 ГД-20/740 ДН-26/745 -	 “Сибэнергомаш” “Сибэнергомаш” “Сибэнергомаш” “Сибэнергомаш” -	 4 2 2 2 -
Оборудование очистки поверхностей нагрева: экрана пароперегревателя конвективной шахты воздухоподогревателя	 ОВМ - - -	 - - - -	 80 92 - -
Шлакоудалитель	ШШУ-1,5	-	4
Золоуловители: механические электрофильтр	 - ЭГД2-128-9-6-6	 - -	 - 3

Выпуск котлов и объекты их установки

Год выпуска	Кол-во (штук)	Электростанция (страна)	Станц. № котла	Год пуска
1995	1	ТЭС “Иминь” (Китай)	1	1998
1997	1		2	1999

КОТЕЛ - УТИЛИЗАТОР П-86

Барабанный котел-утилизатор предназначен для выработки пара и горячей воды за счет утилизации тепла выхлопных газов ГТУ мощностью 16 МВт, устанавливаемых на ГТУ ТЭЦ. В качестве основного и резервного топлива ГТУ принят природный газ.

Котел-утилизатор выполнен однокорпусным вертикального профиля с принудительной циркуляцией среды в испарительном контуре и имеет самоопорную конструкцию с установкой на несущие балки здания котельной.

Котел-утилизатор выполнен газоплотным за счет металлической обшивки.

Для повышения паропроизводительности температура газов перед котлом-утилизатором повышается до 600 ^{0}C за счет сжигания природного газа в специальном дожигающем устройстве.

Пароводяной тракт котла-утилизатора состоит из экономайзерной, испарительной и пароперегревательной поверхностей. Для более глубокого снижения температуры уходящих газов на котле-утилизаторе установлен работающий в отдельном контуре газовый подогреватель конденсата (ГПК).

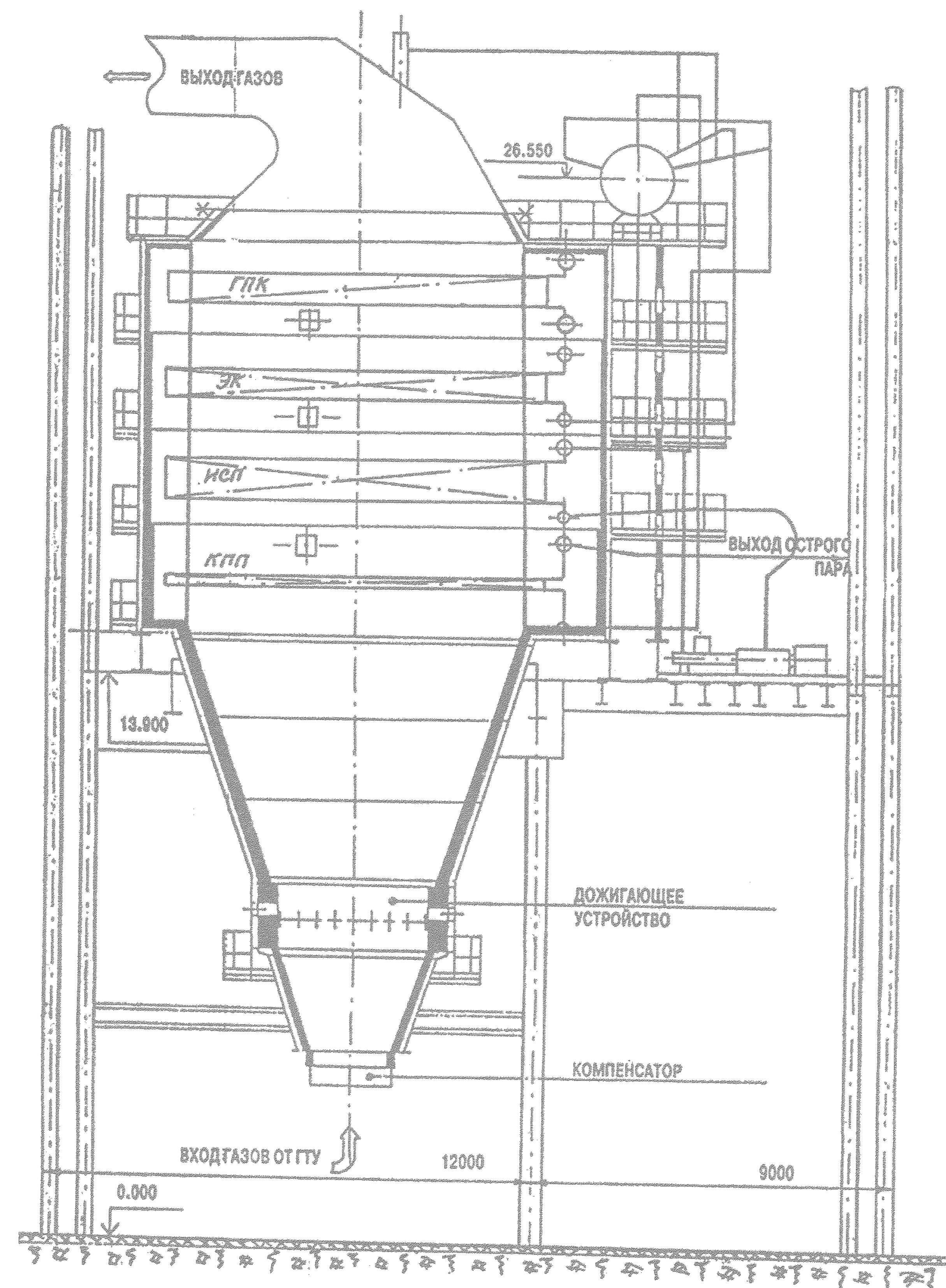
Поверхности нагрева котла-утилизатора изготавливаются из труб с наружным спиральным оребрением и поставляются модулями полной заводской готовности, не требующими доукрупнения на монтаже.

Рабочий диапазон регулирования нагрузки котла-утилизатора составляет 100%…60% от номинальной.

Регулирование температуры пара осуществляется с помощью байпаса пароперегревателя.

Котел-утилизатор оснащается системами контроля технологических параметров, защит и блокировок и автоматического регулирования, необходимых для оперативного управления, безопасной эксплуатации, экономичной работы и анализа его надежности и экономичности.

Основные характеристики котла и данные о выпуске и объекте его установки приведены в таблицах.



Котел утилизатор П-86
Продольный разрез

Основные характеристики котла

Наименование показателя, размерность	Значение
Паропроизводительность контура, т/ч высокого давления низкого давления	 72 -
Давление пара, кгс/см^2 высокого давления низкого давления	 25 -
Температура пара, ^{0}С высокого давления низкого давления	 255 -
Аэродинамическое сопротивление, мм вод. ст.	266
Температура воды на выходе из ГПК, ^{0}С	90
Температура (max) газов на входе в КУ, ^{0}С	600
Температура уходящих газов, ^{0}С	-
Рабочий диапазон нагрузок, % $D_н$	110 – 60
Коэффициент поставочной блочности, %	90
Топливо	Природный газ
Теплотворная способность $Q_н^р$, ккал/нм^3	8259
Сейсмичность района установки (по шкале MSK), баллов	6
Масса металла, т общая под давлением	 332,4 -
Удельная металлоемкость, т/(т/ч)	4,6
Расчетный ресурс элементов под давлением, час для труб поверхностей нагрева и выходных камер ППВД для остальных элементов	 200000 -
Расчетный срок службы, лет для базового режима работы для полупикового режима работы	 40 -
Средняя наработка на отказ, час	6600
Срок службы между капремонтами, лет	6
Коэффициент готовности	
Содержание N_{OX} – определяется концентрацией за ГТ	

Выпуск котлов и объект их установки

Год выпуска	Кол-во (штук)	Электростанция (страна)	Станц. № котла	Год пуска
1994	2	Шахтинская ТЭЦ		1999

СПИРАЛЬНО-ЛЕНТОЧНОЕ ОРЕБРЕНИЕ ТРУБ



Оребренные трубы завод изготавливает на установках с использованием токов высокой частоты для приварки ленты к трубам. Возможности установок позволяют изготавливать трубы в широком диапазоне геометрических характеристик:

диаметр гладкой (несущей) трубы	*22 - 114 мм*
толщина стенки трубы	*2 - 12 мм*
ширина привариваемой ленты (в зависимости от диаметра трубы)	*6 - 30 мм*
толщина ленты	*0,8 - 2,5 мм*
шаг навивки ленты (шаг ребер)	*4,2 - 25,0 мм*
длина труб	*до 21500 мм*

Для оребрения используются трубы бесшовные и электросварные углеродистые из сталиСт.10 и Ст.20, лента из стали 08кп.

Освоены в производстве оребренные трубы из стали 12Х1МФ, либо комбинация сочетаний марок стали для труб и ребер: трубы из стали Ст.10 или Ст.20, ребра из стали 12Х1МФ, либо трубы из стали 12Х1МФ, ребра из стали 08кп. Возможно изготовление оребренных труб с просечной лентой, либо специальных по согласованию с заказчиками, например, из аустенитной стали типа 12Х18Н12Т.

Оребренные поверхности нагрева предназначены для применения в котлах, работающих на природном газе и твердом топливе с сыпучей золой типа экибастузских углей.

Оребренные трубы завод использует для изготовления экономайзеров, пароперегревателей, калориферов и других специальных теплообменников различного назначения.

Оребренные поверхности нагрева надежны и экономичны:

- сокращается расход труб в 2,5 - 3 раза;

- уменьшается общая масса поверхности нагрева в 1,5 раза;

- габаритный размер по высоте уменьшается на 30 %.

Применение их при работе на изнашивающем топливе дает дополнительный эффект от уменьшения золового износа. По желанию заказчиков завод может поставить оребренные трубы отдельно.

КОТЕЛ-УТИЛИЗАТОР П-87

Котел-утилизатор предназначен для работы в составе парогазовой установки мощностью 450 МВт, состоящей из двух газотурбинных установок типа V- 94.2 мощностью 150 МВт, двух котлов-утилизаторов и одной паровой турбины К-150-7,7. Основным и резервным топливом ПГУ является природный газ.

Котел-утилизатор выполнен горизонтального профиля, барабанного типа с естественной циркуляцией среды в испарительных контурах высокого и низкого давления. Котлы-утилизаторы не связаны между собой. К каждому котлу подводится газ от выхлопа одной газовой турбины. Пар от обоих котлов подводится к одной паровой турбине.

Котел рассчитан на сейсмичность 8 баллов по шкале MSK и устанавливается в закрытом помещении.

Котел выполняется газоплотным за счет металлической обшивки.

Все поверхности выполнены из труб с наружным спиральным оребрением. При этом в пароперегревателе высокого давления используются трубы из легированной стали, а остальные поверхности нагрева из углеродистой стали.

По ходу газов в котле последовательно расположены следующие поверхности нагрева:

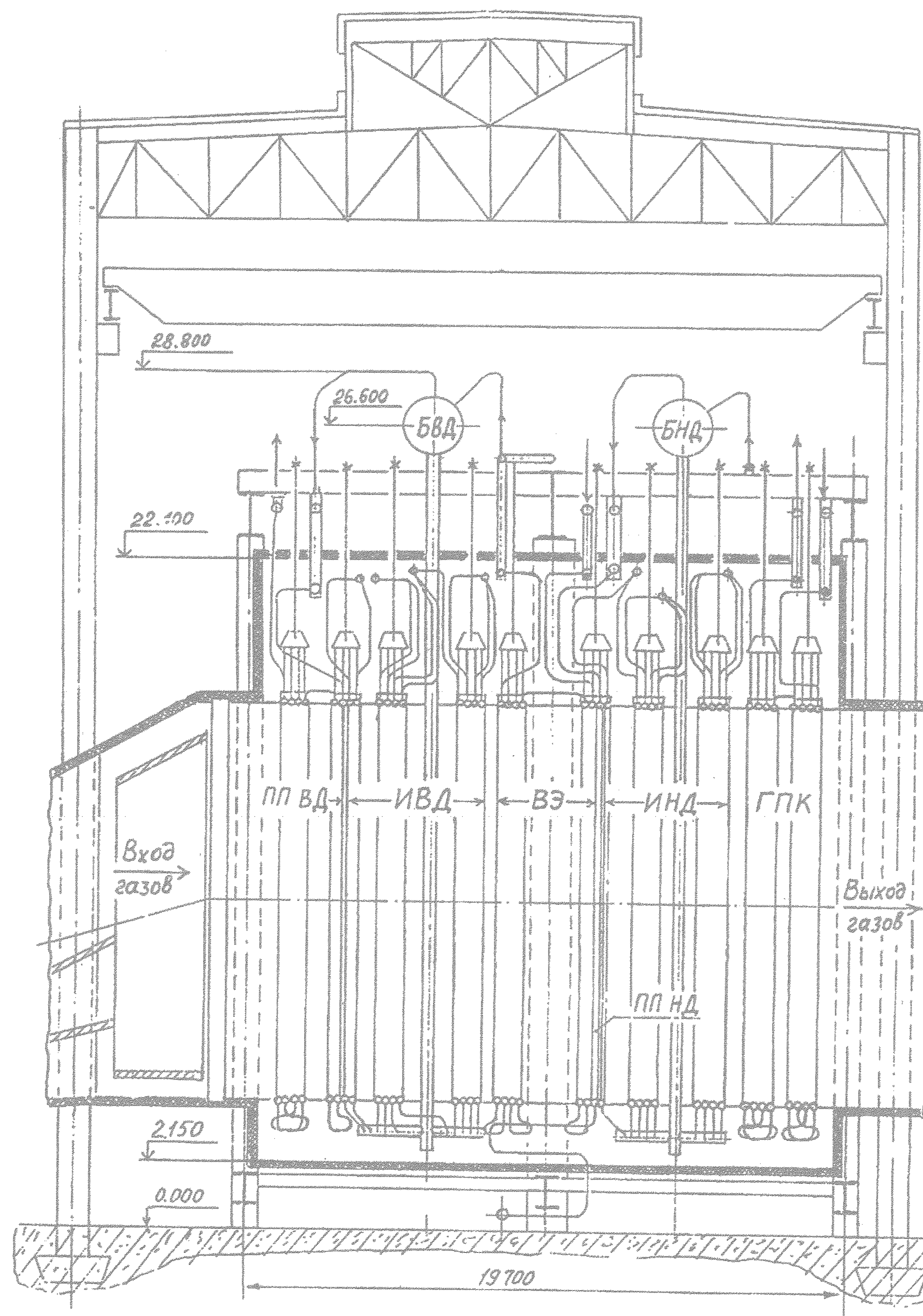
- пароперегреватель высокого давления;
- испаритель высокого давления;
- экономайзер высокого давления;
- пароперегреватель низкого давления;
- испаритель низкого давления;
- газовый подогреватель конденсата (ГПК).

Все поверхности нагрева включены по противоточной схеме и подвешены к каркасу котла через промежуточные металлоконструкции, расположенные в "теплом ящике" котла.

Котел оснащается системой автоматического регулирования технических параметров, технологическими защитами и блокировками, дистанционным управлением, системой технического контроля параметров.

Конструкция котла и его поставочная блочность обеспечивают проведение монтажа в основном поставочными блоками без применения открытой сборочно-укрупнительной площадки, а также условия для проведения механизированного ремонта узлов в соответствии с типовыми требованиями.

Основные характеристики котлов и данные о выпуске и объекте его установки приведены в таблицах.



Котел утилизатор П-87
Продольный разрез

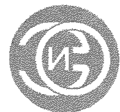
Основные характеристики котла

Наименование показателя, размерность	Значение
Паропроизводительность контура, т/ч высокого давления низкого давления	 502 159
Давление пара, кгс/см² высокого давления низкого давления	 80 6,5
Температура пара, °С высокого давления низкого давления	 408 232
Аэродинамическое сопротивление, мм вод. ст.	< 550
Температура воды на выходе из ГПК, °С	164
Температура (max) газов на входе в КУ, °С	545
Температура уходящих газов, °С	110
Рабочий диапазон нагрузок, % $D_н$	110 – 50
Коэффициент поставочной блочности, %	> 80
Топливо	Сухой природный газ
Теплотворная способность $Q_н^р$, ккал/нм³	8520
Сейсмичность района установки (по шкале MSK), баллов	6
Масса металла, т общая под давлением	 6600 3100
Удельная металлоемкость, т/(т/ч)	~ 10
Расчетный ресурс элементов под давлением, час для труб поверхностей нагрева и выходных камер ППВД для остальных элементов	 100000 200000
Расчетный срок службы, лет для базового режима работы для полупикового режима работы	 40 30
Средняя наработка на отказ, час	7000
Срок службы между капремонтами, лет	8
Коэффициент готовности	98
Содержание N_{OX} – определяется концентрацией за ГТ	

Выпуск котлов и объект их установки

Год выпуска	Кол-во (штук)	Электростанция (страна)	Станц. № котла	Год пуска
		Щекинская ГРЭС		

ОСНОВНЫЕ ТИПОРАЗМЕРЫ
спирально-оребренных труб ЗиО



ТРУБА, мм		РЕБРО, мм		ШАГ ребер, мм min/max
Диаметр	Толщина стенки	Толщина	Высота (max)	
22	2...4	0,8...1,6	10	4,2/12,0
25	2...5	0,8...1,6	12	4,2/12,0
28	2...6	0,8...1,6	14	4,2/12,0
32	2...9	0,8...1,6	15	4,2/12,0
38	2...9	0,8...1,6	18	4,2/12,0
40	2...10	0,8...2,0	19	4,5/12,0
42	2...10	0,8...2,0	19	4,5/15,0
45	2...10	0,8...2,5	19	4,5/15,0
50	2...12	0,8...2,5	20	4,5/25,0
57	2...12	0,8...2,5	22	4,5/25,0
60	2...12	0,8...2,5	25	4,5/25,0
76	2...12	1,0...2,5	25	4,5/25,0
114	2...12	1,0...2,5	30	4,5/25,0

Примечание. В таблице приведены комбинации для сплошной ленты. Возможны другие комбинации. Возможно изготовление труб с просечной лентой;
здесь: ширина ленты может быть равна диаметру трубы, но не более 35 мм.
Просечка ленты - на 2/3 ширины.

1. Изготовление труб - по техническим условиям завода. Возможно изготовление труб со специальными требованиями Заказчика.

2. Способ изготовления - приварка ленты к трубе высокочастотной сваркой.

3. Материал труб:

углеродистые стали - Ст.10; Ст.20

хромомолибденовые стали - 12ХМ; 15ХМ

хромомолибденованадиевая сталь - 12Х1МФ

хромоникелевые стали - 12Х18Н10Т; 12Х18Н12Т

КОТЕЛ-УТИЛИЗАТОР П-90

Котел-утилизатор, работающий в составе ПГУ 450 МВт, выполнен по инжинирингу бельгийской фирмы CMI.

Барабанный котел-утилизатор предназначен для выработки пара высокого и низкого давления и горячей воды за счет утилизации тепла выхлопных газов, поступающих в котел-утилизатор ГТУ типа V-94.2 мощностью 150 МВт. В качестве основного и резервного ГТУ принят природный газ.

Котел-утилизатор выполнен однокорпусным вертикального профиля с принудительной циркуляцией среды в испарительных контурах высокого и низкого давления с подвеской поверхностей нагрева к собственному каркасу через промежуточные металлоконструкции.

Котел-утилизатор выполнен газоплотным за счет металлической обшивки. Пароводяной тракт состоит из отдельных контуров высокого и низкого давлений. Контур высокого давления включает экономайзерную, испарительную и пароперегревательную поверхность. Контур низкого давления испарительную и пароперегревательную.

Для снижения температуры уходящих газов на котле установлен работающий автономно газовый подогреватель конденсата (ГПК).

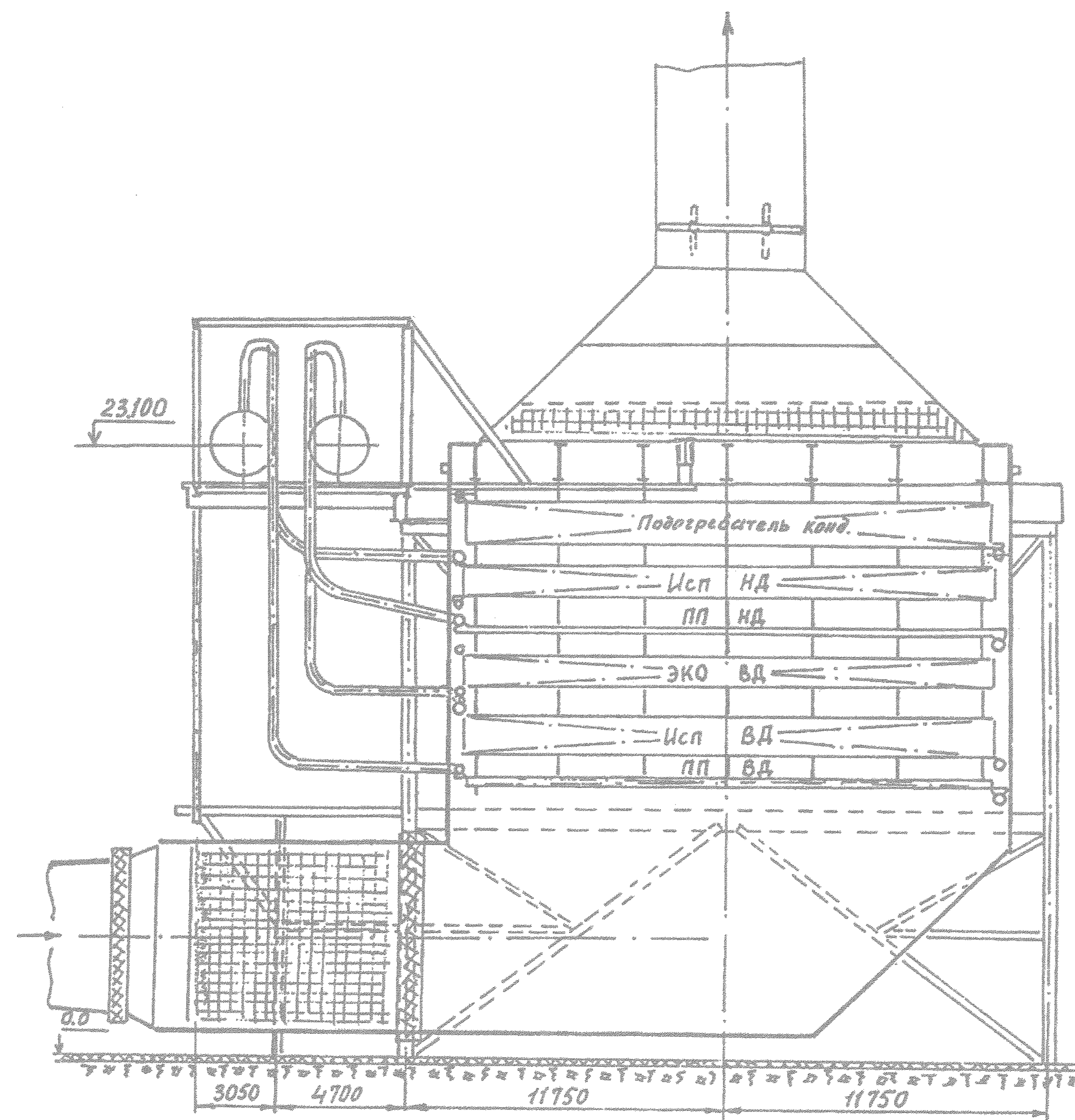
Поверхности нагрева котла-утилизатора изготавливаются из труб с наружным спиральным оребрением и поставляется модулями, габариты которых ограничены габаритами железнодорожного пути.

Рабочий диапазон регулирования нагрузки котла-утилизатора составляет 100%…50% от номинальной.

Регулирование давления и температуры пара в котлоагрегате не предусматривается, так как он должен работать при скользящих параметрах пара, определяемых расходом и температурой газов, поступающих в котел-утилизатор от ГТУ, и паровой турбиной.

Котел-утилизатор оснащается системами контроля технологических параметров, защит и блокировок и автоматического регулирования, необходимых для оперативного управления, безопасной эксплуатации, экономичной работы и анализа его надежности и экономичности.

Основные характеристики котла и данные о выпуске и объекте его установки приведены в таблицах.



Котел утилизатор П-90
Продольный разрез

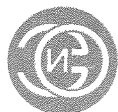
Основные характеристики котла

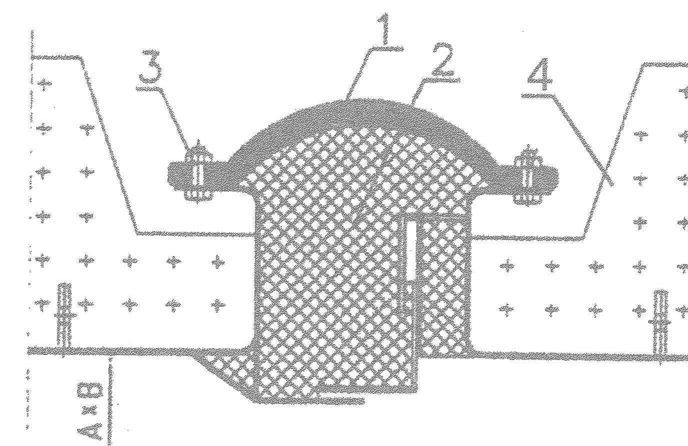
Наименование показателя, размерность	Значение
Паропроизводительность контура, т/ч высокого давления низкого давления	 292 56
Давление пара, кгс/см² высокого давления низкого давления	 82 6,6
Температура пара, °С высокого давления низкого давления	 515 200
Аэродинамическое сопротивление, мм вод. ст.	306
Температура воды на входе в котел, °С	60
Температура (max) газов на выходе из ГПК, °С	508
Температура уходящих газов, °С	150
Рабочий диапазон нагрузок, % $D_н$	110 – 50
Коэффициент поставочной блочности, %	90
Топливо: природный газ	
Теплотворная способность $Q_н^р$, ккал/нм³	8600
Сейсмичность района установки (по шкале MSK), баллов	6
Масса металла, т общая под давлением	 1950 -
Удельная металлоемкость, т/(т/ч)	6,5
Расчетный ресурс элементов под давлением, час для труб поверхностей нагрева и выходных камер ППВД	 100000 200000
Расчетный срок службы, лет для базового режима работы для полупикового режима работы	 40 30
Средняя наработка на отказ, час	6600
Срок службы между капремонтами, лет	6
Коэффициент готовности	
Содержание N_{Ox} – определяется концентрацией за ГТ	

Выпуск котлов и объект их установки

Год выпуска	Кол-во (штук)	Электростанция (страна)	Станц. № котла	Год пуска
1997	1	Северо-Западная ТЭЦ		
1999	1			

КОМПЕНСАТОР С НЕМЕТАЛЛИЧЕСКОЙ ГИБКОЙ ОБОЛОЧКОЙ





1 - неметаллическая гибкая оболочка компенсатора
2 - защитный теплоизоляционный слой (Bolster)
3 - болтовое соединение
4 - изоляция газохода
AxB - размеры газохода

ОАО "Подольский машиностроительный завод" совместно с НПО "Стекло-пластик" изготавливают компенсаторы с неметаллической гибкой оболочкой.

Они предназначены для компенсации осевых и радиальных перемещений газоходов и воздуховодов котельных установок, другого теплообменного оборудования и для уменьшения вибраций от тягодутьевых машин.

Эксплуатируются компенсаторы в следующих условиях:

- рабочая среда - продукты сгорания органических топлив, воздух;

- температура рабочей среды - до 650° С;

- избыточное давление (разряжение) - до 1000 мм вод. ст.

Размеры, геометрия и комплектация компенсаторов разрабатывается по заданию заказчика.

Неметаллическая гибкая многослойная оболочка выпускается замкнутой или разомкнутой в виде полотна в зависимости от размеров компенсатора. Разомкнутая оболочка замыкается при монтаже по разработанной технологии.

КОТЕЛ УТИЛИЗАТОР П-91

Барабанный котел-утилизатор предназначен для выработки технологического пара и подогрева воды за счет утилизации тепла выхлопных газов, поступающих в котел-утилизатор после ГТУ типа V 94,2 мощностью 150 МВт. В качестве основного и резервного топлива ГТУ принят природный газ.

Котел утилизатор выполнен однокурпусным вертикального профиля с принудительной циркуляцией среды в испарительном контуре, с подвеской поверхностей нагрева к собственному каркасу через промежуточные металлоконструкции.

Котел-утилизатор выполнен газоплотным за счет металлической обшивки. Основной контур включает экономайзерную, испарительную и пароперегревательную поверхность.

Поверхности нагрева котла утилизатора изготавливаются из труб с наружным спиральным оребрением и поставляются модулями максимальных габаритов, исходя из условий транспортировки.

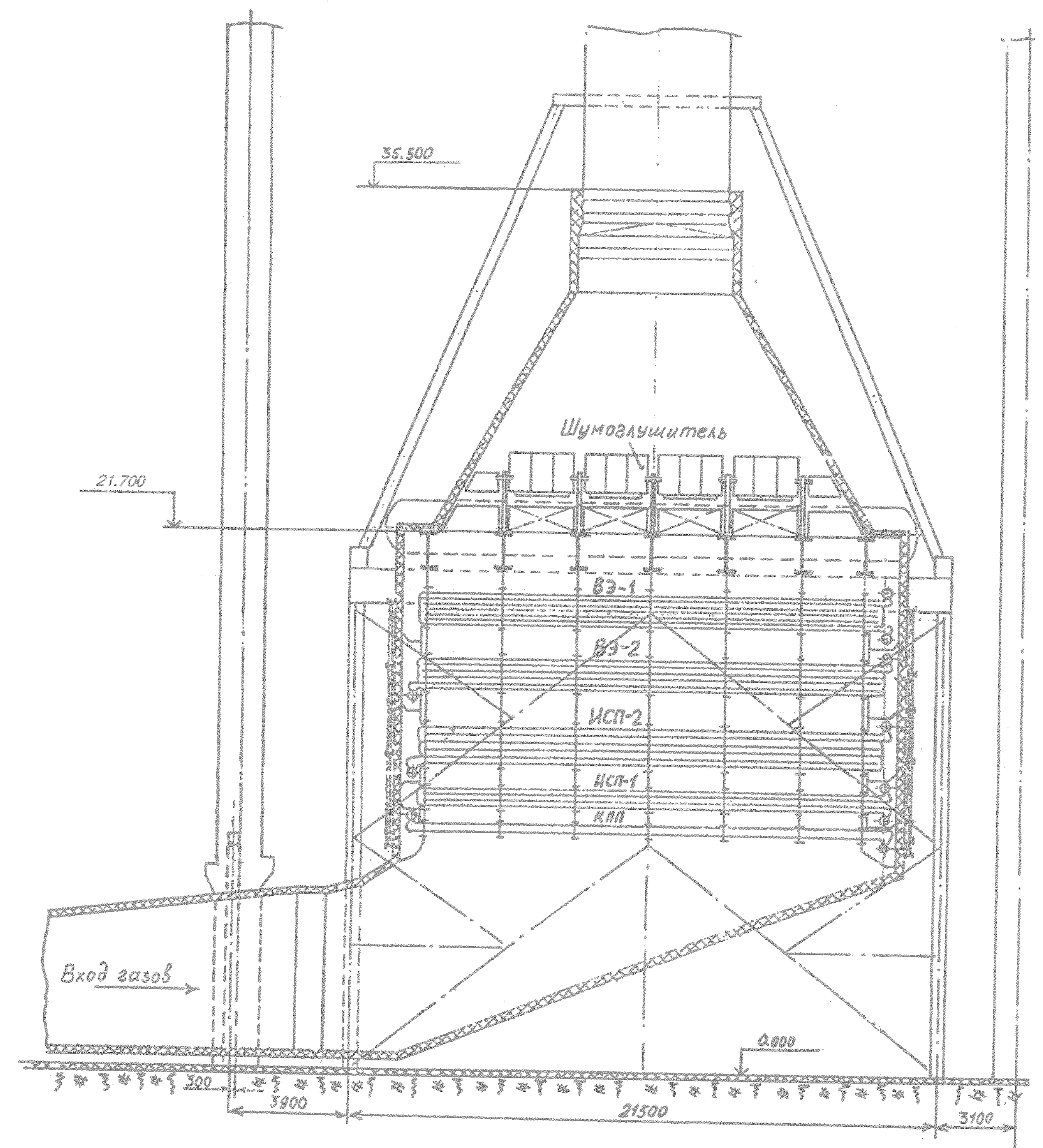
Рабочий диапазон регулирования нагрузки котла утилизатора составляет 100%...50% от номинальной.

Регулирование давления и температуры пара в котлоагрегате не предусматривается, так как он должен работать при параметрах пара, определяемых расходом и температурой газов, поступающих в котел-утилизатор от ГТУ.

Котел-утилизатор оснащается системами контроля технологических параметров, защит и блокировок и автоматического регулирования, необходимых для оперативного управления, безопасной эксплуатации, экономичной работы и анализа его надежности и экономичности.

Котел данного типа поставлен на Дзержинскую ТЭЦ.

Основные характеристики котла, данные о выпуске и объекте его установки приведены в таблице.



Котел утилизатор П-91
Продольный разрез

Основные характеристики котла

Наименование показателя, размерность	Значение
Паропроизводительность контура, т/ч высокого давления низкого давления	 310 -
Давление пара, кгс/см² высокого давления низкого давления	 15 -
Температура пара, °С высокого давления низкого давления	 275 -
Аэродинамическое сопротивление, мм вод. ст.	330
Температура воды на входе в котел, °С	60
Температура (max) газов на входе в КУ, °С	550
Температура уходящих газов, °С	110
Рабочий диапазон нагрузок, % $D_н$	110 – 60
Коэффициент поставочной блочности, %	90
Топливо	Сухой газ
Теплотворная способность $Q_н^р$, ккал/нм³	8503
Сейсмичность района установки (по шкале MSK), баллов	6
Масса металла, т общая под давлением	 1605 -
Удельная металлоемкость, т/(т/ч)	5,2
Расчетный ресурс элементов под давлением, час для труб поверхностей нагрева и выходных камер ППВД	200000
Расчетный срок службы, лет для базового режима работы для полупикового режима работы	 40 30
Средняя наработка на отказ, час	6600
Срок службы между капремонтами, лет	6
Коэффициент готовности	
Содержание N_{OX} – определяется концентрацией за ГТ	

Выпуск котлов и объект их установки

Год выпуска	Кол-во (штук)	Электростанция (страна)	Станц. № котла	Год пуска
1997	1	Дзержинская ТЭЦ		

СЕКЦИИ КАЛОРИФЕРОВ ТИПА СП



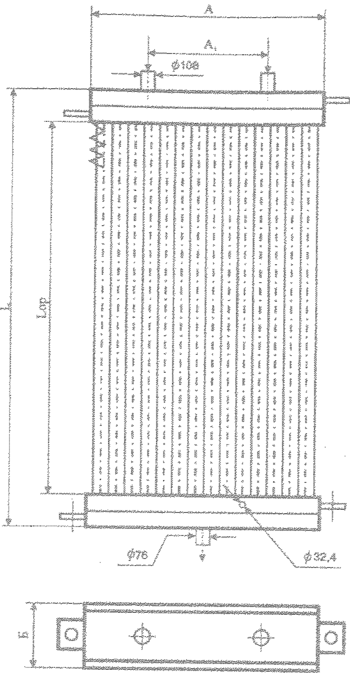


Рис.

1. НАЗНАЧЕНИЕ ИЗДЕЛИЯ

1.1. Секции паровых калориферов типа СП из стальных труб с приварным спирально-ленточным оребрением предназначены для подогрева дутьевого воздуха в котлах, работающих на твердом, жидком и газообразном топливе, а также для использования в системах вентиляции и воздушного отопления электростанций, общественных зданий и промышленных предприятий.

2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

2.1. Секции паровых калориферов типа СП в зависимости от тепловой мощности и аэродинамического сопротивления подразделяются на трехрядные и четырехрядные, а также имеют разную высоту греющих ребристых труб.

2.2. Основные технические характеристики и размеры секций калориферов приведены в паспорте на изделие.

2.3. Основные технические характеристики и показатели качества секции паровых калориферов приведены для режима со следующими исходными параметрами воздуха и греющего пара:

температура воздуха на входе - О °С;
массовая скорость воздуха в набегающем потоке - 9,4 кг/м²с;
давление пара на входе - 8 кг/м².

2.4. Предельные параметры греющего пара:
давление - 16 кг/см²;
температура - 250 °С.

2.5. Основные показатели надежности.

Наименование показателя	*Норма*
1. Средний срок службы (не менее), год	15
2. Полный ресурс (не менее), час	100000
3. Установленная безотказная наработка (не менее), час	5000
4. Среднее время восстановления работоспособного состояния (не более), час	10

3. КОМПЛЕКТНОСТЬ

3.1. В комплект поставки входят:
секции калорифера - 1 комплект;
паспорт - 1 экз. на комплект.

3.2. Количество секций в комплекте определяется заказом.

3.3. Секции калориферов отгружаются Заказчику в упаковке завода-изготовителя.

4. УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП РАБОТЫ

4.1. Секции паровых калориферов типа СП состоят из теплоотдающих элементов (оребренных труб), штуцеров для подвода пара (2 шт.) и отвода конденсата (1 шт.), штуцера (32х4) для отвода несконденсировавших газов из верхней части конденсатоотводного коллектора.

4.2. Секция калорифера прямотрубная, с вертикальным расположением греющих оребренных труб и горизонтальными коллекторами прямоугольного сечения.

4.3. Теплоотдающий элемент выполнен из стальной трубы с приваренными спиральными ребрами.

5. МЕРЫ БЕЗОПАНОСТИ

5.1. Установка и эксплуатация калориферов, смонтированных из типовых секций , должна осуществляться в соответствии с проектом и "Руководящими указаниями по проектированию и эксплуатации энергетических калориферов" (СПО "Союзтехэнерго", Москва, 1981 г.).

КОТЕЛ-УТИЛИЗАТОР П-92

Котел-утилизатор барабанного типа с принудительной циркуляцией в испарительных контурах; одним обогреваемым водопаровым трактом, башенной компоновкой поверхностей нагрева и отводом дымовых газов. Котел-утилизатор имеет открытую компоновку.

Котел имеет собственный каркас, который является основной несущей конструкцией для поверхностей нагрева, трубопроводов, барабана и дымовой трубы.

Котел-утилизатор выполнен в газоплотном исполнении за счет металлической обшивки.

По ходу газов после газовой турбины последовательно расположены: линзовый металлический компенсатор, диффузор, компенсатор с гибкими неметаллическими элементами, поворотный газоход с выравнивающими элементами, вертикальный газоход с поверхностями нагрева:

- конвективный пароперегреватель (КПП);
- испаритель первой ступени (ИСП 1);
- испаритель второй ступени (ИСП 2);
- водяной экономайзер (ВЭ).

Все поверхности включены по противоточной схеме (за исключением КПП) и выполнены из труб с наружным оребрением. Все поверхности поставляются в виде законченных изготовлением блоков-модулей.

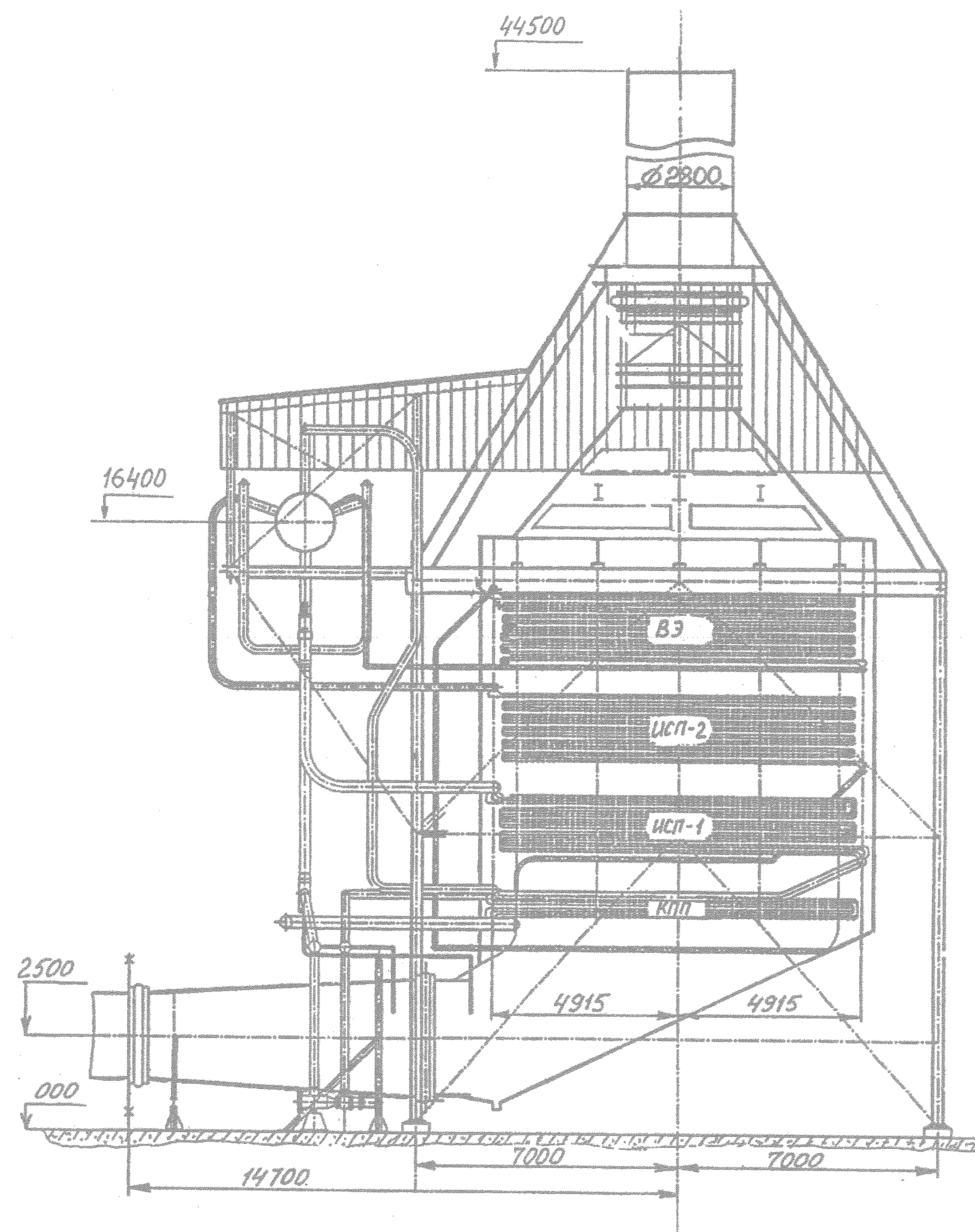
За поверхностями нагрева расположен конфузор с глушителем.

Основным, резервным и аварийным топливом для ГТУ является дизельное топливо или природный газ. Система автоматического управления котла-утилизатора предназначена для контроля и автоматизации управления технологическими процессами и защиты оборудования от аварийных ситуаций и включает подсистемы: информации о технологических параметрах; защит и блокировок; автоматического регулирования; дистанционного управления органами управления.

Котел оснащается системой автоматического регулирования технических параметров, технологическими защитами и блокировками, дистанционным управлением, системой технического контроля параметров.

Конструкция котла и его поставочная блочность обеспечивают проведение монтажа, в основном, поставочными блоками без применения открытой сборочно-укрупнительной площадки, а также условия для проведения механизированного ремонта его узлов в соответствии с типовыми требованиями.

Основные характеристики котла и данные о выпуске и объекте его установки приведены в таблицах.



Котел утилизатор П-92
Продольный разрез

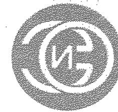
Основные характеристики котла

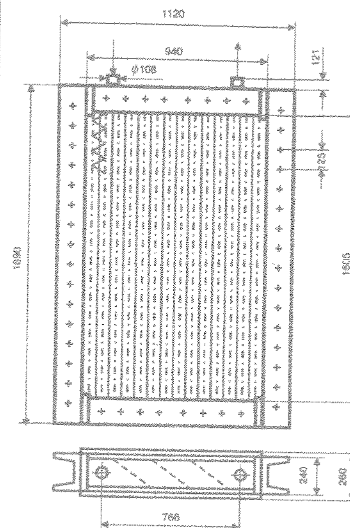
Наименование показателя, размерность	Значение
Паропроизводительность контура, т/ч высокого давления низкого давления	42 -
Давление пара, кгс/см² высокого давления низкого давления	14,5 -
Температура пара, °С высокого давления низкого давления	275 -
Аэродинамическое сопротивление, мм вод. ст.	250
Температура воды на входе в котел, °С	60
Температура (max) газов на входе в КУ, °С	508
Температура уходящих газов, °С	140
Рабочий диапазон нагрузок, % $D_н$	110 – 60
Коэффициент поставочной блочности, %	≥ 80
Топливо	Дизельное, Природный газ
Теплотворная способность $Q_н^р$, ккал/нм³	10248 8640
Сейсмичность района установки (по шкале MSK), баллов	6
Масса металла, т общая под давлением	354 -
Удельная металлоемкость, т/(т/ч)	8,4
Расчетный ресурс элементов под давлением, час для труб поверхностей нагрева и выходных камер ППВД	200000
Расчетный срок службы, лет для базового режима работы для полупикового режима работы	30 -
Средняя наработка на отказ, час	6600
Срок службы между капремонтами, лет	6
Коэффициент готовности	
Содержание N_{Ox} – определяется концентрацией за ГТ	

Выпуск котлов и объект их установки

Год выпуска	Кол-во (штук)	Электростанция (страна)	Станц. № котла	Год пуска
1998	1	ПО “Нафтан”		

КАЛОРИФЕРЫ ТИПА СВ





Секция калорифера

1. НАЗНАЧЕНИЕ ИЗДЕЛИЯ

Калориферы предназначены для нагрева воздуха на промышленных предприятиях горнодобывающей и металлургической промышленности (Норильского горно-металлургического комбината) в условиях холодного климата, а также на других промпредприятиях, электростанциях и в общественных зданиях.

2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

2.1. Теплоноситель - горячая вода.

2.2. Параметры теплоносителя должны быть не более:
рабочее давление - 15 ата;
температура - 180 °С.

2.3. Калорифер состоит из пяти секций, включенных параллельно по воздуху и последовательно по воде.

2.4. Основные технические характеристики калориферов указаны в таблице1.

2.5. Основные показатели надежности секции калорифера приведены в таблице 2.

Таблица 1

Наименование показателя	*СВ-70-1*	*СВ-80*
Поверхность нагрева, м²	70х5=350	80х5=400
Производительность по воздуху, нм³/ч	82800	82800
Производительность по теплу, кВт	1840	1840
Температура воздуха на входе, °С	-40	-40
Температура воды на входе, °С	150	150
Температура воды на выходе, °С	70	70
Аэродинамическое сопротивление, мм	30	25
в.ст.	6,5	4,5
Гидравлическое сопротивление, м в.ст.	2,62	3,22
Сечение для прохода воздуха, м²	0,0057	0,0066
Сечение для прохода воды, м²	3	4
Число рядов труб по ходу воздуха, шт.	5х4=20	5х4=20
	700	744

Таблица 2

Наименование показателя	*Значение*
Средний срок службы, лет	6
Ресурс, ч	24000
Наработка на отказ, ч	8000

3. КОМПЛЕКТНОСТЬ ПОСТАВКИ

3.1. В комплект поставки входят:
секции для калорифера - 5 шт;
паспорт - 1 экз.

3.2. Калориферы отгружаются заказчику в упаковке завода-изготовителя.

4. УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП РАБОТЫ

4.1. Калорифер состоит из пяти секций, каждая из которых включает в себя шахматный пучок оребренных труб и камеры с внутренними перегородками.

4.2. Секции располагаются в вертикальной плоскости и последовательно соединены между собой по воде; по воздуху они включены параллельно, при этом оребренные трубы должны быть расположены горизонтально.

4.3. Калориферы собираются по высоте и ширине в воздухонагревательную стенку.

5. МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ

5.1. Установка и эксплуатация калориферов должна осуществляться в соответствии с требованиями "Правил технической эксплуатации теплоиспользующих установок и тепловых сетей" СНиП П-33-75 и "Правил техники безопасности при эксплуатации теплоиспользующих установок и тепловых сетей", утвержденных Госэнергонадзором СССР 15 июня 1972 г.

КОТЕЛ П-95

Котел П-95 рассчитан на сжигание природного газа (основное топливо) и мазута (аварийное топливо) и предназначен для работы на электростанции с поперечными связями.

Котел однокорпусный, барабанный, с естественной циркуляцией с уравновешенной тягой. Размещается в существующей котельной ячейке с ограниченной высотой здания, чем обусловлена горизонтальная П-образная компоновка поверхностей нагрева.

Топка, "горячий" и "холодный" газоходы экранированы газоплотными панелями, образующими цельносварную коробку. На панелях установлена изоляция из плит. Изолируемые поверхности покрыты декоративной металлической обшивкой.

Тракт состоит из трех систем, объединенных одним барабаном:

- экономайзерной системы, включающей в себя непосредственно экономайзер и ВВТО (воздухо-водяной теплообменник);
- циркуляционной испарительной системы;
- пароперегревательного тракта.

Испаритель котла включает экранную часть (экраны топки, фестон, фронтовой экран "горячего" газохода) и конвективную часть (испаритель-1 в "горячем" газоходе и испаритель-2 в "холодном" газоходе).

Перегреватель котла состоит из экранов "горячего" газохода, боковых экранов "холодного" газохода, потолочного и подового экранов "горячего" газохода, КПП-1 и КПП-2.

Все поверхности нагрева, кроме ВВТО, подвешены к каркасу котла. Нагрузки через каркас передаются на существующий портал.

Камеры и перепускные трубы поверхностей нагрева расположены в верхнем и двух нижних "теплых ящиках".

Топочная камера открытого типа, горизонтально расположенная, газоплотная. Экранные испарительные поверхности выполнены в виде цельносварных панелей. На фронтовом торце топочной камеры размещены 4 двухканальные горелки.

Для снижения образования оксидов азота предусмотрена рециркуляция газов путем ввода их в воздушный короб в количестве 20%. Кроме того, организовано ступенчатое сжигание топлива с подачей части воздуха через 4 сопла.

Пароводяной тракт котла оснащен запорной, регулирующей и предохранительной арматурой, устройствами для отбора проб пара и воды. Конструкция котла предусматривает проведение паровых продувок, химических и водных промывок.

Схема испарения воды в котле двухступенчатая. Барабан разделен на два отсека - чистый и соленый.

Основные характеристики котла

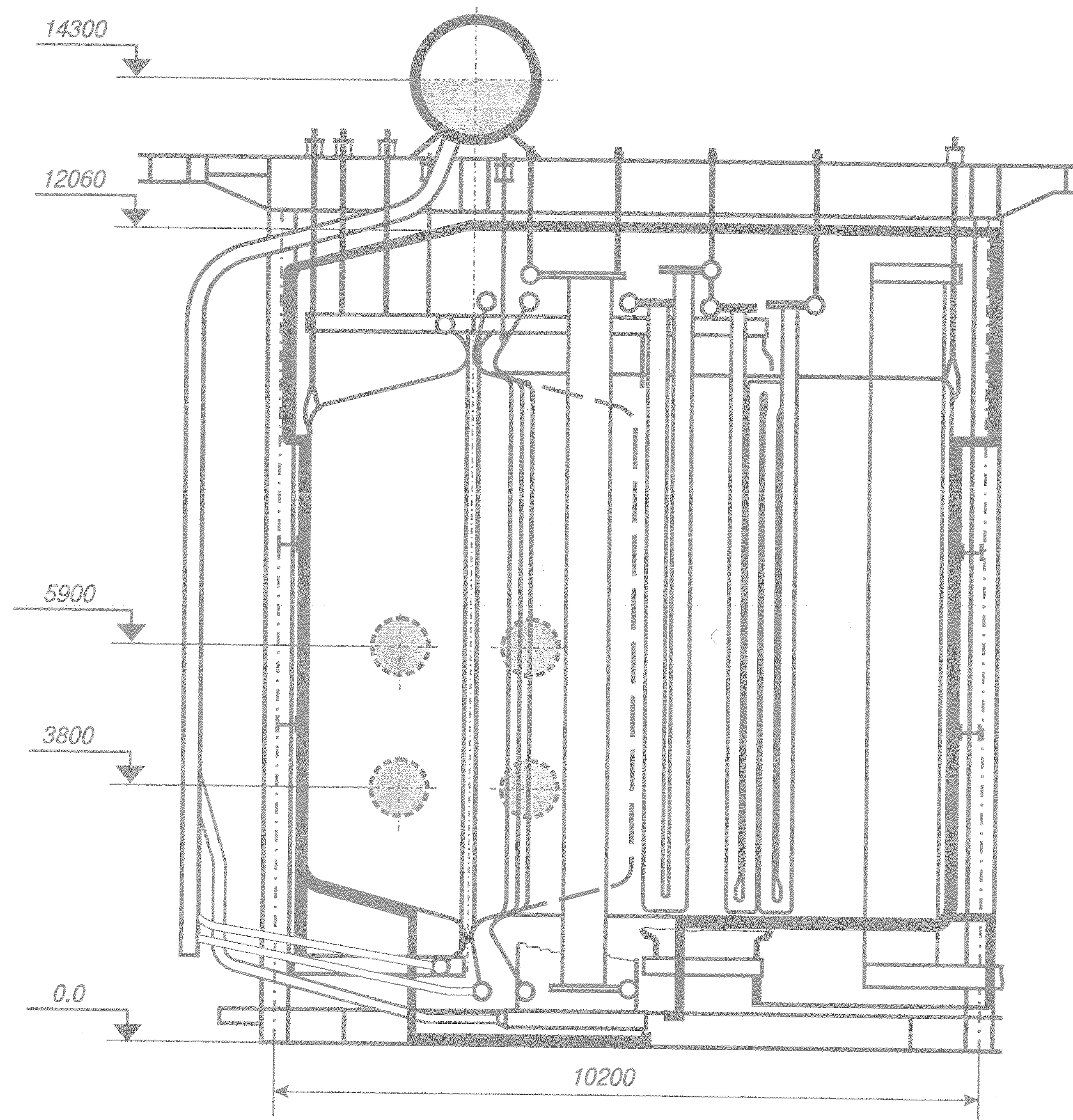
Наименование показателя	Единица измерения	Значение
Паропроизводительность котла	т/ч	160
Параметры пара за котлом: давление температура	 кгс/см^2 ^{0}С	 40,0 440
КПД (брутто) при номинальной нагрузке: расчетный	%	 94,3
Температура уходящих газов	^{0}С	120
Температура питательной воды	^{0}С	104
Топливо: газ		
Основные характеристики: теплота сгорания низшая, Q_H^p	 ккал/ нм^3	 7905
Расход топлива натурального	нм^3/ч	14,7 x 10^3
Аэродинамическое сопротивление тракта по стороне газовой воздушной	мм вод. ст.	 215,5 330
Температура в ВВТО: воздуха на входе воздуха на выходе	^{0}С	 30 125
Габариты котла по осям колонн: ширина глубина высота по верхней балке	м	 10,2 9,8 13,1

Основное и комплектующее оборудование

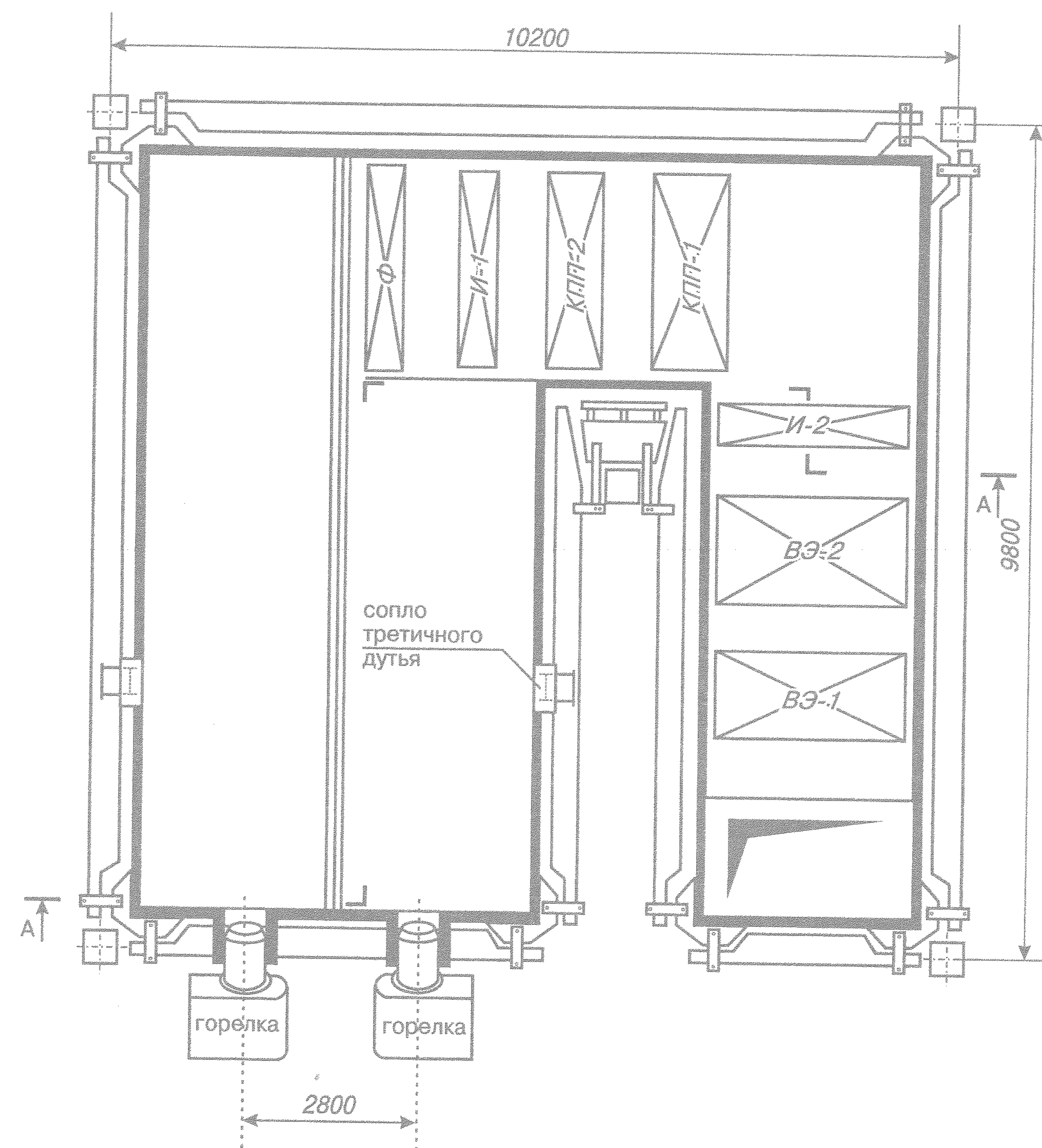
Наименование	Тип	Изготовитель	Кол-во
Горелки	Вихревые, двухканальные	ЗиО	4
Воздухоподогреватель	ВВТО	ЗиО	1
Тягодутьевое оборудование: дымососы дутьевые вентиляторы дымосос рециркуляции	 ДН-26-II ВДН-24 ДРГ-18	 ОАО "МОВЕН" ОАО "МОВЕН" ОАО "МОВЕН"	 1 1 1

Выпуск котлов и объект установки

Год выпуска	Кол-во (штук)	Электростанция (страна)	Станц. № котла	Год пуска
2000	1	ГРЭС-1 Мос-энерго	1	2000



Котел П-95
Поперечный разрез по А-А



Котел П-95
Горизонтальный разрез

КОТЕЛ ОР-210М

Паровой котел типа ОР-210М предназначен для выработки перегретого пара высокого давления, подаваемого в общестанционную магистраль и рассчитан на сжигание силезского каменного угля трех составов и смеси этих топлив.

Котел однобарабанный, с естественной циркуляцией, устанавливается в закрытом помещении котельной.

Котел имеет П-образную компоновку с подвеской поверхностей нагрева (за исключением ТВП) к диску потолочного перекрытия и состоит из призматической топочной камеры открытого типа (восходящий газоход) размерами 7920x7360 и конвективной шахты (опускной газоход), соединенных между собой поворотным газоходом, в котором расположены ширмовый и 3 ступени конвективного пароперегревателя. В опускном газоходе по ходу газов размещены 3 пакета (2 ступени) водяного экономайзера и 3 хода трубчатого воздухоподогревателя. Топочная камера, потолочный экран, поворотный газоход и большая часть конвективной шахты (до ТВП) выполнены в виде цельносварных экранов из труб с проставками полосы и образуют газоплотную коробку.

Для снижения выбросов окислов азота в котле применена схема подачи пыли высокой концентрации (ПВК), трехступенчатого сжигания топлива с организацией пылеугольной ступени восстановления NO_x. В этой связи топочная камера оборудована восемью прямоточными щелевыми горелками и четырьмя сбросными, установленными тангенциально. Основные горелки устанавливаются в два яруса, сбросные - в один ярус выше основных горелок. С этой же целью предусмотрена установка 8-ми сопел вторичного воздуха, 6-ти совмещенных блоков сопел третичного дутья и газовой рециркуляции.

Шлакоудаление сухое, механизированное с помощью скребкового шлакоудалителя.

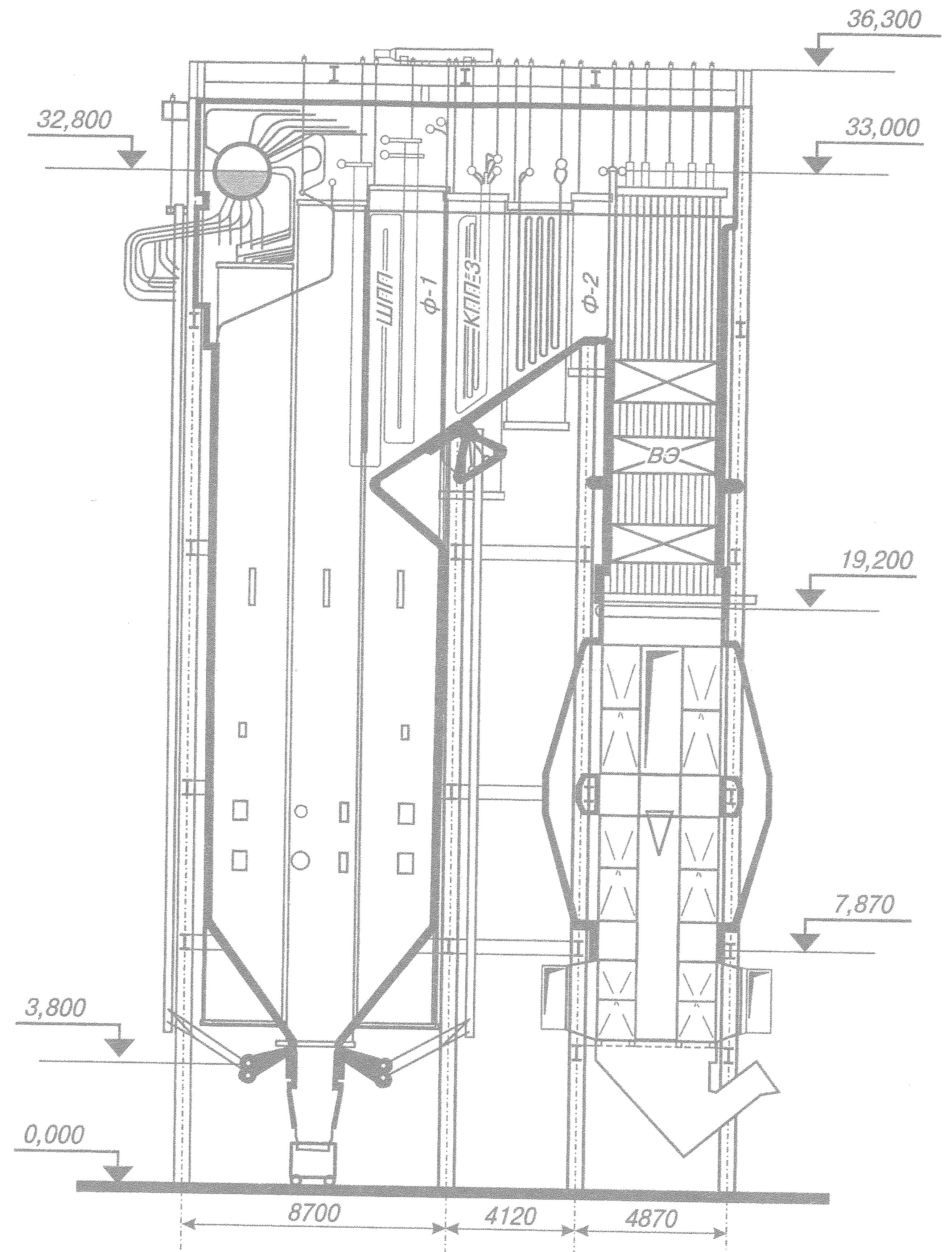
Очистка дымовых газов от золы производится в электрофильтрах.

Очистка экранов топочной камеры от возможных золошлаковых отложений осуществляется с помощью маловыдвижных водяных обдувочных аппаратов, очистка ширм - глубоковыдвижными паровыми аппаратами.

Котел работает на уравновешенной тяге и предназначен для работы в базовом режиме. Котел оборудован в необходимом объеме системами авторегулирования, защит и блокировок, дистанционным управлением арматурой, предохранительными устройствами, средствами КИП.

Конструкция котла предусматривает проведение водных и химических очисток, паровых продувок и механизированного ремонта.

Обмуровка стен газоплотной коробки выполнена из изоляционных плит с наружной декоративной обшивкой из стальных оцинкованных листов.



Котел ОР-210М
Продольный разрез

Основные характеристики котла

Наименование показателя	Единица измерения	Значение
Паропроизводительность котла	т/ч	210
Параметры пара за котлом:		
давление	кгс/см^2	98
температура	^{0}C	540
КПД (брутто) при номинальной нагрузке:		
гарантийный	%	92,0
Температура уходящих газов	^{0}C	126
Температура питательной воды	^{0}C	230
Топливо: тип – силезский уголь		
Основные характеристики:		
теплота сгорания низшая, Q_H^p	ккал/кг	4987
зольность, A^p	%	21,8
влажность, W^p	%	12,3
содержание серы, S^p	%	0,91
Температурные характеристики золы		
начала деформации	^{0}C	1210
размягчения жидкого состояния	^{0}C	1290
Расход топлива натурального	т/ч	27,0
Аэродинамическое сопротивление тракта по стороне:		
газовой	мм вод.ст.	170
воздушной	мм вод.ст.	350
Температура в воздухоподогревателе:		
воздуха на входе	^{0}C	40
воздуха на выходе	^{0}C	240
газов на входе	^{0}C	289
газов на выходе	^{0}C	126
Габариты котла по осям колонн:		
ширина	м	9,37
глубина	м	17,69
высота по верхней балке	м	36,30
Удельная металлоемкость:	т/(т/ч)	7,16
Масса металла котлоагрегата	т	1503

Основное и комплектующее оборудование

Наименование	Тип	Изготовитель (поставщик)	Кол-во
Горелки	Прямоточные:		
	основные	ЗиО	8
	сбросные	ЗиО	4
	вихревые	ЗиО	4 мазутные
	вихревые	ЗиО	2 комбинир.
Воздухоподогреватель	ТВП	ЗиО	1 (комплект)
Мельницы	ШБМ МР-19	-	2
Питатели пыли	Типа ППЛ	АО "Тяжмаш"	10
Тягодутьевое оборудование:			
дымососы	125/1, 8А+К	"Заказчик"	2
дутьевые вентиляторы	125	"Заказчик"	2
дымосос рециркуляции	71/2,3-3-1К	"Заказчик"	2
мельничный вентилятор	С-21	"Заказчик"	2
Шлакоудалитель		"Заказчик"	
Золоуловители		"Заказчик"	1 (комплект)
Электрофильтр		"Заказчик"	2
Циклон газоочистки	по типу ЦН-24	"Заказчик"	2
Калориферы	паровые СП	ЗиО	1 (комплект)

Выпуск котлов и объект их установки

Год выпуска	Кол-во (штук)	Электростанция (страна)	Станц. № котла	Год пуска
1998	1	ЭС "Скавина" (Польша)	8	2000
2000	1		9	